

Ueber Desinfection

vom Regierungsrath Dr. Robert Koch.

Eine genaue Kenntniss der Desinfectionsmittel in Bezug auf die Art und Weise, wie sie wirken und, was allerdings auffallend klingt, ob sie überhaupt so wirken, wie man sich bei ihrer Empfehlung und Anwendung vorstellt, hat sich bis jetzt nicht erlangen lassen. Es kann das aber auch nicht wunderbar erscheinen, wenn man bedenkt, dass die Infectionsstoffe, an denen ein Desinfectionsmittel seine Wirkung ausüben soll, noch so wenig bekannt sind. Es ist bisher noch nicht einmal als festgestellt zu betrachten, dass die Infectionsstoffe sämmtlich organisirt sind und auch da, wo mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit organisirte Infectionsstoffe anzunehmen sind, ist es immer noch möglich, dass dieselben sich in ihren Lebensbedingungen sehr different verhalten und auch von den Desinfectionsmitteln nicht in gleicher Weise berührt werden. Deswegen würde es, wenn ein Desinfectionsmittel in ganz exacter Weise geprüft werden sollte, nothwendig sein, dasselbe der Reihe nach an allen den Krankheitsstoffen, gegen die es überhaupt gebraucht werden soll, gewöhnlich doch also an sämmtlichen Infectionsstoffen und zwar unter denselben Verhältnissen, für welche es bestimmt ist, auf seine Wirksamkeit zu untersuchen. Wenn beispielsweise schweflige Säure zur Desinfection von geschlossenen Räumen dienen soll, müssten Krankenzimmer, die durch Typhus-, Pest-, Diphtheritis-, Scharlach- u. s. w. Kranke inficirt wurden, damit behandelt werden und alsdann von diesen Räumen festgestellt werden, dass in ihnen die betreffenden Infectionsstoffe auch wirklich unschädlich gemacht sind. Wie sollte dies aber nachzuweisen sein? Nur wenn der Zufall der Untersuchung zu Hülfe käme, liesse sich durch weitere Erkrankungen von Menschen in diesen Räumen möglicherweise auf die noch bestehende Wirksamkeit des Infectionstoffes schliessen, während aus dem Umstand, dass Niemand mehr daselbst erkrankte, selbstverständlich noch nicht die Vernichtung der Infectionsstoffe erwiesen ist. Einen sicheren Boden kann die unmittelbare Prüfung des Desinfectionswerthes nur in dem Falle gewinnen, dass die Uebertragung aller der Infectionskrankheiten, deren Keime von dem Desinfectionsmittel zerstört werden sollen, auf Thiere leicht und unfehlbar auszuführen und die Versuchsthiere gewissermassen als Reagens auf die Wirksamkeit des Mittels zu verwerthen sind. Vorläufig sind diese Bedingungen kaum für eine oder die andere der bekannten Infectionskrankheiten ausführbar und es ist sehr fraglich, ob sie jemals für alle oder doch nur für die Mehrzahl der Infectionskrankheiten zu erfüllen sein werden.

Um nun zunächst erst einmal über die Wirksamkeit der Desinfectionsmittel überhaupt Aufschluss zu gewinnen und zu erfahren, was unter der langen Reihe der im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte angepriesenen Desinfectionsmittel denn noch als solches anzusehen und was aus dieser Reihe zu streichen ist und bei der dringenden Nothwendigkeit, für die

Praxis feste Anhaltspunkte zu gewinnen, mussten andere Wege eingeschlagen werden, wenn sie auch nur zu einer annähernd richtigen Abschätzung des Desinfectionswerthes führen sollten.

Alle, welche sich mit dieser Aufgabe beschäftigt haben, sind von der Anschauung ausgegangen, dass die Infectionsstoffe die grösste Aehnlichkeit mit den Fermenten haben und dass, weil man erstere nicht zur Verfügung hat, die letzteren an deren Stelle gewissermassen als Surrogat, zur Prüfung der Desinfectionsmittel unbedenklich genommen werden könnten. Ob mit Recht, das mag dahingestellt bleiben. Ausserdem hat sich der Einfluss der immer höher entwickelten Lehre von den organisirten, belebten Fermenten auch hier in so hohem Masse geltend gemacht, dass mit wenigen Ausnahmen ausschliesslich diese Gattung von Fermenten bei den Desinfectionsversuchen zur Anwendung kam. Viel weiter ist der Einfluss der Fortschritte in der Kenntniss der belebten Fermente, oder sagen wir gleich der Mikroorganismen, allerdings nicht gegangen. Denn darum, dass es verschiedene zu den Desinfectionsmitteln gewiss nicht durchweg gleichmässig sich verhaltende Arten derselben und, was von der höchsten Bedeutung für die Desinfectionslehre hätte sein müssen, dass es verschiedene Zustände der Mikroorganismen giebt, nämlich solche, in denen sie ohne besondere Schutzvorrichtung der Einwirkung äusserer Einflüsse sehr leicht zugänglich sind und andere, in denen sie gewissermassen eingekapselt und von einer festen Hülle umschlossen als Dauer-sporen in einer kaum glaublichen Weise allen ihnen sonst verderblich werdenden Einflüssen Widerstand leisten, davon hat die Desinfectionslehre bis jetzt keine Notiz genommen.

So lange nicht alle Infectionsstoffe als Mikroorganismen erkannt sind, scheint es mir überhaupt von einem einseitigen Standpunkte ausgegangen zu sein, wenn Desinfectionsmittel nur an Mikroorganismen geprüft werden. Vorläufig dürfen auch die ungeformten Fermente bei Desinfectionsversuchen nicht ausser Acht gelassen werden. Ausserdem ist es gewiss, wie die Erfahrung gezeigt hat, ein wenig aussichtsreiches Unternehmen, nur solche Desinfectionsmittel finden zu wollen, die für alle Verhältnisse, unter denen desinficirt werden muss, passen. Das Ziel, in allen Fällen mit Sicherheit desinficiren zu können, wird weit eher erreicht werden, wenn die verschiedenen Desinfectionsmittel nur in dem Bereiche ihres mehr oder weniger beschränkten sicheren Wirkungskreises gebraucht und keine Anforderungen an dieselben gestellt werden, die sie in Anbetracht ihrer chemischen oder physikalischen Eigenschaften überhaupt nicht leisten können. Es werden aus diesem Grunde zweckmässigerweise die Aufgaben der Desinfection in einer mehr als bisher ausgeprägten Weise zu gliedern sein und es ist beispielsweise die Desinfection von Kleidern, Wäsche, Betten in einer ganz anderen Weise anzustreben als diejenige von compacten Waarenballen, ferner wird, wenn es sich um Desinfection von Räumen handelt, ein Krankenzimmer zweckmässiger mit diesem, Schiffsräume, Eisenbahnwagen werden wieder vortheilhafter mit einem anderen Desinfectionsmittel zu behandeln sein. Dementsprechend muss auch bei der Prüfung eines Desinfectionsmittels verfahren und müssen immer die Verhältnisse, unter denen es seine praktische Verwendung finden soll, im Auge behalten werden.

Wenn nun auch die Prüfung der Desinfectionsmittel allein durch die Beobachtung ihrer Wirkung auf Mikroorganismen aus den früher erwähnten Gründen nicht durchweg massgebend sein kann, so hat dieselbe doch unbestreitbare Vortheile und sie ist in ihrer Ausführung, wenn man sich des später zu schildernden Verfahrens bedient, so einfach, dass damit unter allen Umständen die Untersuchung über den Desinfectionswerth eines Mittels beginnen sollte. Das erhaltene Resultat verhilft sofort zu einer vorläufigen Orientirung über die Leistungsfähigkeit des betreffenden Desinfectionsmittels und giebt genügende Anhaltspunkte darüber, ob es sich lohnt, dasselbe weiteren Untersuchungen zu unterwerfen.

Ueber die Frage, ob die Wirkung eines Desinfectionsmittels schon dann als ausreichend anzusehen sein soll, wenn es die Weiterentwicklung der Mikroorganismen hemmt, ihr Wachstum und sonstige Lebensäusserungen nur lahm legt, oder erst dann, wenn alles Lebende und dessen Keime, aus denen sich neues Leben entwickeln könnte, vollständig vernichtet sind, darüber scheint niemals eine Meinungsdivergenz geherrscht zu haben. Man hat

sich stets für die letztere Alternative entschieden und das gewiss mit Recht. Denn es sind, wie immer wieder betont werden muss, die Infectionsstoffe noch zu wenig bekannt, um die Möglichkeit ausschliessen zu können, dass sich dieselben ebenso oder selbst noch widerstandsfähiger gegen Desinfectionsmittel verhalten, als die an ihrer Stelle als Reagens verwendeten Mikroorganismen. Nun gehören allerdings gerade die Keime der Mikroorganismen, insbesondere die Dauersporen der Bacillen, zu den resistantesten Gebilden, welche die gesammte Lebewelt aufzuweisen hat. Andererseits ist aber auch wieder zu bedenken, dass von den jetzt bekannten pathogenen Mikroorganismen eine verhältnissmässig grosse Zahl in die Gruppe der Bacillen gehört, z. B. Milzbrand-, Rauschbrand-, Lepra-Bacillen, die von Eberth in den Organen von Typhusleichen nachgewiesenen Bacillen, die Bacillen der an Mäusen künstlich zu erzeugenden Septicämie und noch verschiedene andere. Alle diese besitzen unzweifelhaft Dauerformen, die mehr oder weniger ebenso resistant sein werden, wie die schon in dieser Hinsicht untersuchten Dauersporen anderer Bacillen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass unter den noch unbekannten pathogenen Bacterien sich noch weitere Bacillen finden werden. Wenn es sich bestätigt, dass die gewöhnliche Malaria eine Bacillenkrankheit ist, dann lässt sich annehmen, dass die gesammte Gruppe der Malaria-krankheiten ebenfalls in diese Kategorie gehört. Ferner lassen sich bei allen den Krankheiten, deren Infectionsstoffe sich in trockenem Zustande lange Zeit wirksam erhalten, wie z. B. Pocken, Pest, ebenfalls Dauerformen vermuthen. Unter diesen Verhältnissen kann in der Anforderung an die Leistungsfähigkeit eines Desinfectionsmittels, das gegen grösstentheils noch unbekannte, möglicherweise gleichfalls in einer sehr resistanten Dauerform sich bergende Krankheitsstoffe wirken soll, unter keinen Umständen unter das Verlangen nach vollständiger Tödtung aller Mikroorganismen und ihrer Keime herabgegangen werden. Ein Desinfectionsmittel, das beispielsweise Pilze nicht zu tödten vermag, kann nicht zur Desinfection von Gegenständen benutzt werden, die durch ansteckende Hautkranke inficirt sind, weil in diesem Falle fast nur Pilze in Frage kommen. Dagegen ist ein Desinfectionsmittel, das Bacterien und ihre Sporen am Leben lässt, überall da nicht zu gebrauchen, wo die Desinfection durch solche Krankheiten bedingt wird, bei denen Bacterien als Krankheitserreger nachgewiesen sind oder selbst nur vermuthet werden. Da diese Krankheiten aber vermöge ihrer Zahl und Bedeutung unter den ansteckenden Krankheiten den ersten Rang einnehmen, so ist es selbstredend, dass bei dem Gang, den die Untersuchung eines Desinfectionsmittels einzuschlagen hat, zuerst die Prüfung mit Bacterien und deren Keimen vorzunehmen ist. Erweist sich das Mittel hierbei als gar nicht oder nur unsicher wirksam, dann ist es, wie gesagt, aus der Reihe der allgemeinen gegen Infectionskrankheiten zu verwendenden Zerstörungsmittel zu streichen. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass es in irgend einem besonderen Falle noch eine specifische Wirksamkeit, die sich eventuell verwerthen lässt, besitzen kann. Ferner ist noch zu unterscheiden, ob bei der Anwendung des Desinfectionsmittels auf Bacterien dasselbe nur die Bacterien in ihrem gewöhnlichen Zustande oder ob es auch die Bacterien in ihren Dauerformen zu tödten vermag. Nur im letzteren Falle kann das Mittel als ein solches bezeichnet werden, das den Anforderungen, wie sie nach unseren jetzigen Kenntnissen von den Mikroorganismen gestellt werden müssen, entspricht. Im ersteren Falle dagegen könnte das Mittel nur gegen solche Krankheiten Verwendung finden, von denen sich mit Gewissheit voraussetzen liesse, dass die ihnen eigenthümlichen Infectionsstoffe keine solche resistanten Dauerformen anzunehmen vermögen. Weil über diese Voraussetzung aber vorläufig keine Gewissheit zu erlangen ist, so ist denjenigen Desinfectionsmitteln, die sich zur Tödtung von Dauersporen unfähig oder unsicher erweisen, auch nur ein bedingter Werth zuzusprechen.

Um die gelungene Vernichtung der mit dem Desinfectionsmittel behandelten Bacterien zu erkennen, hat man sich der verschiedensten, meist ganz primitiven Verfahren bedient. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, alle die bis jetzt bei Desinfectionsversuchen geübten Methoden aufzuzählen und zu kritisiren, nachdem dies hinlänglich in den neueren Publi-

cationen über Desinfection geschehen ist. In neuerer Zeit haben sich die Anschauungen über diesen Punkt so weit geklärt, dass Beseitigung des Gestankes in Faulflüssigkeiten, Unbeweglichkeit der Bakterien und ähnliche unsichere Kriterien nicht als Beweise für das Abgestorbensein der Bakterien gelten können, dass dagegen nur aus dem Verluste der Entwicklungsfähigkeit auf ihren Tod geschlossen werden kann, weil sich erfahrungsgemäss herausgestellt hat, dass lebensfähige Bakterien sofort sich weiter zu entwickeln, zu wachsen und sich zu vermehren beginnen, sobald sie in Verhältnisse gebracht werden, die ihnen günstig sind.

Hier beginnt für das Experiment aber eine neue Schwierigkeit; nämlich diejenige, in welcher Weise die Entwicklungsfähigkeit der mit dem Desinfectionsmittel behandelten Bakterien festgestellt werden soll, ohne dass sich Irrthümer einschleichen können. Fast ausnahmslos haben die neueren Experimentatoren sich folgenden Verfahrens bedient. Zersetzungs-fähige Flüssigkeiten (Tabaksinfus, Fleischinfus u. s. w.), in denen sich Bakterien in hinreichender Menge entwickelt hatten, wurden entweder selbst oder Gegenstände, die mit solchen bakterienhaltigen Flüssigkeiten imprägnirt waren, der Einwirkung des Desinfectionsmittels ausgesetzt und dann eine Probe derselben in eine entsprechende sterilisirte und vor Verunreinigungen durch einen Wattepfropf geschützte Nährflüssigkeit gebracht. Meistens begnügte man sich, aus dem Eintreten einer Trübung in der Nährlösung auf die Entwicklung von Bakterien und demgemäss auf die erhaltene Lebensfähigkeit der mit dem Desinfectionsmittel behandelten und zur Aussaat benutzten Bakterien, damit also auf die Unwirksamkeit des Mittels und beim Klarbleiben der Lösung umgekehrt zu schliessen. Gegen dieses Verfahren lassen sich aber verschiedene recht erhebliche Bedenken geltend machen. Zunächst dasjenige, dass mit einem Gemenge von Bakterien experimentirt wird, von dem gar nicht bekannt und auch nicht vorher festgestellt ist, welche verschiedenen Arten von Bakterien es enthält und, weil sie sich nicht alle gleich verhalten, welche davon durch das Desinfectionsmittel betroffen werden und welche nicht. Dann ist ferner nicht ausgeschlossen, dass sich in diesem Bacteriengemisch auch schon vereinzelte oder möglicherweise recht viele sporenhaltige Bakterien befinden und gerade in der Ungewissheit über das Vorhandensein von Sporen liegt der grösste Fehler des Verfahrens, weil das einmal, wenn keine Sporen zugegen sind, das Desinfectionsmittel sich wirksam, im anderen Falle aber, wenn wenige oder viele Sporen gebildet sind, das Resultat entweder zweifelhaft oder ganz negativ in Bezug auf die desinficirende Wirkung des Mittels ausfallen wird. Diesem Fehler, der, wenn mit in ihrer Zusammensetzung ganz unberechenbaren Bacteriengemischen experimentirt wird, gar nicht zu vermeiden ist, schreibe ich auch die Ungleichheit in den Resultaten zu, die bei den zahlreichen Versuchen mit Desinfectionsmitteln sich ergeben haben. Schliesslich ist gegen das bisher übliche Verfahren noch geltend zu machen, dass alle Fehler, welche den Reinculturen in Flüssigkeiten anhaften, in erhöhtem Masse hier hervortreten müssen. Wenn nämlich eine beliebige Art von Bakterien, z. B. Bacillen, rein gezüchtet wird, dann ist es, sobald sich Mikrokokken zwischen den Bacillen zeigen, mit der Reincultur zu Ende, aber man weiss doch, dass der negative Ausfall des Experimentes durch eine Verunreinigung bedingt sein musste und wird das Resultat dementsprechend beurtheilen. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem besprochenen Desinfectionsversuch. Wenn bei diesem irgend ein Versehen in der Ausführung der Culturen gemacht wird, oder wenn zufällig beim Eintragen der Desinfectionsproben in die sterilisirte Nährflüssigkeit aus der Luft Bakterienkeime zugleich mit hineingerathen, dann wird, auch wenn die Probe keine lebensfähigen Bakterien oder deren Keime mehr enthielt, natürlich in der Nährflüssigkeit Bakterienentwicklung und Trübwerden eintreten und es wird unmöglich sein, zu entscheiden, ob die Trübung von der Desinfectionsprobe oder von dem Eindringen fremder Keime herrührt, weil gar nicht bekannt ist, was mit der Desinfectionsprobe ausgesät wurde und woran die aus der Aussaat hervorgegangenen von den zufällig eingedrungenen Bakterien zu unterscheiden sind. Auch ist nicht zu vergessen, dass das Eintreten einer Trübung in der Culturflüssigkeit kein

sicheres Kennzeichen für Bacterienentwicklung ist, ebensowenig wie das Klarbleiben derselben für das Fehlen von lebenden Bacterien, denn Trübung kann durch Bildung von Niederschlägen entstanden sein und auch in klaren Flüssigkeiten finden sich nicht selten bei der mikroskopischen Untersuchung lebende Bacterien. Die gerügten Fehler lassen sich nur dann auf ein geringes Mass einschränken, wenn in jedem einzelnen Versuch so viele Desinfectionsproben, jede für sich auf die Entwicklungsfähigkeit ihrer Bacterien und zwar nicht allein nach dem makroskopischen Aussehen, sondern mit dem Mikroskop geprüft werden, dass die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit des Resultates durch die grössere Reihe verbürgt wird. Damit wird das ganze Verfahren aber ein höchst mühsames und schwerfälliges.

Deswegen habe ich diese Methode verlassen und meine Versuche nach folgenden Principien angestellt. Vor allen Dingen verschaffte ich mir Reinculturen von solchen Bacterien, die selten in den aus der Luft stammenden Verunreinigungen vorkommen und ausserdem leicht in die Augen fallende charakteristische Eigenschaften besitzen. Damit liess sich schon die Gefahr einer Verunreinigung der Culturen von Seiten zufällig hineingerathener Keime dieser seltenen Arten auf ein Minimum reduciren und die Beurtheilung der stattgehabten Entwicklung oder des Ausbleibens derselben ungemein erleichtern. Um ferner von den umständlichen Manipulationen, welche zur Sicherung von Culturen in Flüssigkeiten durchaus nothwendig sind, unabhängig zu werden, wurden die Desinfectionsobjecte auf einem festen Nährboden in Betreff der Entwicklungsfähigkeit ihrer Bacterien geprüft. Diese Reinculturen auf festem Nährboden, entweder auf gekochten Kartoffeln oder auf Nährgelatine, die in meinem Aufsatz über die Untersuchungsmethoden ausführlich beschrieben sind, gewähren ausserdem eine solche Sicherheit in der Beurtheilung der Entwicklungsfähigkeit von Bacterien, dass Irrthümer vollständig ausgeschlossen bleiben.

Als Repräsentanten von solchen Bacterien, die keine Dauersporen bilden und von den Desinfectionsmitteln leicht zerstört werden, wurden *Micrococcus prodigiosus* und die Bacterien des blauen Eiters gewählt. Beide erzeugen auf gekochten Kartoffeln so ausserordentlich charakteristische Culturen, dass eine Verwechselung mit anderen Bacterien gar nicht möglich ist. Wenn beispielsweise ein Stück einer getrockneten von den genannten Bacterien überzogenen Kartoffelscheibe der Einwirkung eines Desinfectionsmittels ausgesetzt, darauf auf eine soeben durchschnittene gekochte Kartoffel gelegt wurde und dann im ganzen Bereiche des Stückes eine in tüppiger Weise wachsende und sich vergrössernde Colonie des rothen *Micrococcus prodigiosus* oder der hellbraunen, nach dem Abschaben dunkelblaugrün werdenden Eiterbacterien bilden, dann kann diese nicht von einem kleinen Punkte, wie bei zufälligen Verunreinigungen, sondern im ganzen Bereiche der Aussaat stattfindende Entwicklung absolut keinen anderen Grund haben, als dass das Desinfectionsmittel die genannten Bacterien nicht getödtet hatte. Wenn ferner das Resultat sich umgekehrt gestaltet und die mit dem Desinfectionsmittel behandelten Kartoffelstücke nicht die geringste Entwicklung produciren, während die zur Controle nicht desinficirten Proben ein reichliches Wachsthum auf gekochten Kartoffeln hervorrufen, dann ist damit ebenso sicher bewiesen, dass auf jenen die Bacterien wirklich getödtet sind. Von sporenfreien Bacterien wurden in den Versuchen noch frische Milzbrandbacillen und andere pathogene Bacterien benutzt.

Als sporenhaltiges Material dienten vor Allem die Milzbrandsporen. Einmal weil es doch gewiss am nächsten lag, die Desinfectionsmittel gerade an pathogenen Bacterien zu prüfen und weil ausserdem die Milzbrandbacterien an den eigenthümlichen Formen, die sie bei ihrer Entwicklung auf Nährgelatine annehmen, sofort als solche erkannt werden und, wenn auf der Nährgelatine keine Entwicklung eingetreten ist, durch die Verimpfung auf Versuchsthiere jeder Einwand ausgeschlossen wird, dass ihre Schädlichkeit für den thierischen Organismus, auch wenn sie in Culturen nicht zur Entwicklung kommen, doch noch nicht gänzlich beseitigt sei. Gelegentlich wurden noch andere Bacillensporen, z. B. die von Heubacillen, Kartoffelbacillen u. s. w. versucht, um immer die Gewissheit zu haben, ob sich diese nicht anders verhalten würden, als die vorwiegend gebrauchten Milzbrandsporen.

In allen Desinfectionsversuchen mit Mikroorganismen ist wohl darauf zu achten, dass die Probe, welche auf die Entwicklungsfähigkeit ihrer Bakterien versucht werden soll, nicht zuviel von dem Desinfectionsmittel absorbiert, dem Nährboden, auf dem die Bakterien wachsen sollen, zuführt und ihn damit aus einem für das Bakterienwachsthum günstigen in einen ungeeigneten verwandelt. Ich habe bei meinen Versuchen, um diese Fehler zu vermeiden, die Probe möglichst klein, für die Experimente mit Milzbrandsporen z. B. kurze Stückchen mit Sporenflüssigkeit getränkter und wieder getrockneter Seidenfäden, und den Nährboden verhältnissmässig gross genommen, damit durch Diffusion von der Probe in den Nährboden eine so starke Verdünnung des Desinfectionsmittels eintrat, dass sie eine Entwicklungshemmung der Bakterien nicht mehr bewirken konnte. In zweifelhaften Fällen wurde das Desinfectionsmittel durch eine entsprechende indifferente Flüssigkeit, z. B. durch sterilisirtes destillirtes Wasser, absoluten Alkohol u. s. w. aus der Probe vor dem Culturversuch entfernt oder auch, wie schon erwähnt, die Impfung auf Versuchsthiere zu Hülfe genommen.

In den Fällen, wo die gestellte Frage es wünschenswerth machte, an mehreren Bakterien zugleich die Desinfectionsversuche auszuführen, wurde immer entweder sporenfreies oder nur aus Sporen bestehendes Bacterienmaterial benutzt, um gleichmässige Resultate zu erhalten.

Unter gewissen Verhältnissen, wenn es unmöglich ist, eine vollständige und sichere Desinfection zu erreichen, oder wenn es überhaupt schon ausreichend ist, die Infectionsstoffe eine Zeit lang in ihrer Weiterentwicklung zu behindern, wird man von einer vollständigen Vernichtung derselben absehen können oder müssen und wird demgemäss auch solche Mittel zu berücksichtigen haben, die keine eigentlichen Desinfections-, sondern nur entwicklungshemmende Mittel sind. Namentlich wird diese Aufgabe dann zu erfüllen sein, wenn es sich darum handelt, grosse Quantitäten von Flüssigkeit, z. B. Inhalt von Schweinmkanälen, Fabrikwasser u. dergl. in Bereiche der menschlichen Wohnungen in einem unschädlichen Zustande zu erhalten. Es ist also auch für den Fall, dass eine Substanz oder ein besonderes Verfahren sich zur eigentlichen Desinfection als ungenügend erwiesen hat, noch in Bezug auf die entwicklungshemmenden Eigenschaften zu prüfen.

Meistens werden sich allerdings die zur Desinfection als geeignet gefundenen Mittel in einer entsprechenden Verdünnung oder Abschwächung auch als die besten zur Hemmung der Entwicklung erweisen; aber es ist recht wohl denkbar, dass ein übrigens erprobtes und ausgezeichnetes Desinfectionsmittel gerade wegen seiner energischen Wirkungen auch in verdünntem Zustande immer noch so viel unerwünschte Nebenwirkungen auf die zu desinficirenden Massen äussert, z. B. durch Herabsetzung oder Vernichtung des Dungwerthes, durch giftige Eigenschaften, dass anstatt der eigentlichen Desinfectionsmittel in solchem Falle selbst Mittel, die nur entwicklungshemmend wirken, vortheilhaft verwendet werden können.

Die vollständige Prüfung eines Mittels bezüglich seiner im Kampfe gegen die Infectionskrankheiten verwertbaren Eigenschaften muss demnach in erster Linie folgende Punkte berücksichtigen:

Es ist festzustellen, ob dasselbe im Stande ist, alle niederen Organismen und deren Keime zu vernichten. Für gewöhnlich genügt zu diesem Nachweise die Thatsache, dass das Mittel Bacillensporen tödtet, weil bis jetzt keine Gebilde von grösserer Widerstandsfähigkeit bekannt geworden sind.

Danach ist sein Verhalten zu anderen leichter zu tödtenden Mikroorganismen, wie Pilzsporen, Hefe, getrockneten Bakterien, feuchten Bakterien zu untersuchen.

Ferner muss das Mittel geprüft werden auf seine Fähigkeit, Mikroorganismen in geeigneten Nährflüssigkeiten in der Entwicklung zu hemmen.

Schliesslich sind noch die für die praktische Verwendung des fraglichen Mittels wichtigen Fragen nach der zum sicheren Erreichen des beabsichtigten Effectes nothwendigen Concentration, Zeitdauer der Einwirkung, Einfluss des Lösungsmittels, der Temperatur, vorbereitender Verfahren, wie z. B. vorhergehendes Befeuchten, bei Gasen nach der Vertheilung

im Raum, ferner die Wirkung von Combinationen mehrerer Desinfectionsmittel zu berücksichtigen.

Wie man sieht, ist das Programm für die gründliche Untersuchung eines Desinfectionsmittels so umfangreich, dass die Bearbeitung eines einzigen Mittels schon recht viel Zeit und Arbeit beanspruchen muss. Es war nun nicht meine Absicht, methodisch der Reihe nach sämtliche Desinfectionsmittel nach einem solchen Programm zu untersuchen, das würde eine Arbeit von der Dauer mehrerer Jahre beansprucht und bei der grossen Mehrzahl der Desinfectionsmittel auch den Aufwand an Mühe gar nicht einmal gelohnt haben. Die im Nachstehenden zu beschreibenden Desinfectionsversuche sind nur dem praktischen Bedürfnisse entsprungen, nach den oben entwickelten Anschauungen und den unseren jetzigen Kenntnissen von den Infectionstoffen und den Mikroorganismen entsprechenden Principien über den wirklichen oder wenigstens wahrscheinlichen Werth der grossen Zahl von angeblichen Desinfectionsmitteln eine zuverlässige Orientirung zu gewinnen. Nur die in der Neuzeit in den Vordergrund gestellten Desinfectionsmittel und solche, die bei den Orientierungsversuchen als einer weiteren Beachtung werth sich herausstellten, wurden eingehender untersucht.

Es ergaben sich dabei indessen so manche bemerkenswerthe Thatsachen, dass die zum Theil noch nicht abgeschlossenen Versuche auch in dieser unvollendeten Form mittheilenswerth erschienen.

Als ein Beispiel einer Untersuchung, die ziemlich die sämtlichen bei der mit bacterienhaltigen Substanzen vorgenommenen Prüfung eines Desinfectionsmittels aufzuwerfenden Fragen erledigt, sollen die Versuche über Carbolsäure vorangestellt werden.

Carbolsäure. Bei Culturen von Bacterien in einem Tropfen Nährflüssigkeit, der sich an der unteren Seite des Deckglases befand und durch Oelverschluss auf einem hohlen Objectträger befestigt war, um ihn vor dem Verdunsten zu schützen, war es mir oft aufgefallen, dass, wenn das Deckglas vorher zu seiner Desinfection mit Carbolsäure behandelt war und nur noch kaum durch den Geruch wahrnehmbare Spuren von Carbolsäure an ihm hafteten, die Bacterien in der Nährflüssigkeit kümmerlich oder gar nicht wuchsen. Es schien das darauf hinzudeuten, dass die Carbolsäure eine ganz bedeutende hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Bacterien ausübt, was ja auch mit allen anderen bekannten Erfahrungen über die antiseptischen Eigenschaften der Carbolsäure übereinstimmt und eine weitere Bestätigung dadurch erhielt, dass eine unmittelbare Berührung der Carbolsäure mit der Nährflüssigkeit nicht einmal erforderlich ist, um das Wachsthum der Bacterien zu unterbrechen. Schon ein äusserst kleines Tröpfchen Carbolsäure am Boden des hohlen Objectträgers oder Carbol-Oel als Einschlussflüssigkeit genommen, genügt, um alle Entwicklung in der Nährflüssigkeit zu unterbrechen.

Um nun den Desinfectionswerth der Carbolsäure, welcher, nach diesen Andeutungen zu schliessen, ein recht hoher sein musste, genau zu ermitteln, wurden folgende Versuche angestellt.

Reagensgläser von mittlerer Grösse wurden mit 20 cem Carbollösungen verschiedener Concentration gefüllt, in jedes eine Anzahl kurzer Seidenfäden, die mit einer Milzbrandsporenhaltigen Flüssigkeit getränkt und dann getrocknet waren, gelegt und mit einem gut passenden Kork geschlossen. Von Zeit zu Zeit wurde mit einem unmittelbar vorher geglühten Platindraht ein Faden aus der Carbolsäurelösung genommen, auf Nährgelatine, meistens Blutserumgelatine, gebracht und an den folgenden Tagen die ausbleibende Entwicklung der Sporen constatirt oder das Auswachsen derselben zu den bekannten langen Milzbrandfäden mit dem Mikroskop beobachtet. Diese Entwicklung der Milzbrandfäden an einem sporenbefleckten Seidenfaden hat ein ganz charakteristisches Aussehen und kann mit keiner irgendwie zufällig sich einstellenden Vegetation verwechselt werden, so dass Irrthümer über die eingetretene

oder ausgebliebene tödtliche Wirkung der Carbolsäurelösung auf die Sporen gar nicht möglich sind. Erwähnt soll noch werden, dass jedesmal durch controlirende Culturen mit unveränderten Milzbrandsporen, die in derselben Weise an Seidenfäden angetrocknet waren, die Entwicklungsfähigkeit der Sporen sowohl, als die geeignete Beschaffenheit der Nährgelatine geprüft wurden. (cf. Tab. VI Photogr. 31.)

Zunächst kamen wässrige Lösungen der Carbolsäure zur Anwendung.

Die folgenden Tabellen geben die Concentration der Carbolsäurelösungen, die Zahl der Tage, während welcher die Seidenfäden in der Lösung gelegen hatten und die Wirkung der Carbolsäure in der Weise an, dass die Zahl der Tage, an denen die Entwicklung der Sporen aufhörte, also die volle desinficirende Wirkung eingetreten war, doppelt unterstrichen sind; die übrigen nicht unterstrichenen Zahlen bedeuten, dass die Lebensfähigkeit der Sporen an diesen Tagen noch keine Einbusse erlitten hatte. Wenn die Entwicklung nicht mehr so kräftig vor sich ging, als in dem Controlversuche, dann ist dies durch Sterne angedeutet und in einer besonderen Rubrik genauer die Art der Entwicklungsstörung bezeichnet.

Erster Versuch.

Concentration	Anzahl der Tage			
Carbolsäure 2%	1	3	5*	* Entwicklung etwas verzögert und weniger stark als im Controlversuche.
Carbolsäure 5%	<u>1</u>	<u>3</u>		

Zweiter Versuch.

Concentration	Anzahl der Tage, nach deren Ablauf die Milzbrandsporen auf ihre Entwicklungsfähigkeit geprüft wurden							
Carbolsäure 1% . .	1	2	3	4	5	7	15	
Carbolsäure 2% . .	1	2	3*	4*	5*	7*		* 3 und 4 verspätet aber kräftig, 5 und 7 verspätet und weniger kräftig entwickelt.
Carbolsäure 3% . .	1	2*	3*	4*	5*	<u>7</u>		* 2 verzögert aber kräftig, 3 verzögert und lückenhaft, 4 und 5 nur vereinzelt Fäden.
Carbolsäure 4% . .	1*	2*	<u>3</u>	<u>4</u>				* 1 etwas verzögert, 2 vereinzelt aber kräftige Fäden.
Carbolsäure 5% . .	1*	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>				* 1 an einer Stelle ein kleines Knäuel von Fäden.

Das Resultat dieser beiden Versuche war ein ganz unerwartetes: Man ist gewöhnt, eine wässrige Carbollösung von 2 pCt. Gehalt als ein ganz sicheres, alle Mikroorganismen in wenigen Secunden oder Minuten tödtendes Mittel anzusehen. Der Chirurg wäscht seine Hände und spült seine Instrumente damit und glaubt dann, ganz frei von entwicklungsfähigen Infektionsstoffen zu sein und ohne Gefahr für seinen Patienten dessen Wunden berühren zu können. Nun zeigen aber die obigen Versuche, dass, wenn zufällig Milzbrandsporen oder ähnliche ebenso widerstandsfähige Infektionskeime an seinen Händen und Instrumenten sich befunden hätten und nicht etwa mechanisch durch das Waschen entfernt wurden, der Carbolsäurezusatz zum Waschwasser gewiss auch nicht das Mindeste genützt haben könnte, um den Kranken vor einer Infection zu schützen.

Bei dem ersten Versuche hatte ich mit Bestimmtheit vorausgesetzt, dass die 2 pCt. Carbolsäurelösung nach eintägiger Einwirkung die Milzbrandsporen getödtet haben würde und hatte deswegen nur wenige Fäden in die Lösungen gelegt. Nachdem sich aber herausgestellt hatte, dass erst nach fünftägigem Aufenthalte in 2 pCt. Carbollösung die Milzbrandsporen sich weniger stark als im Controlversuche entwickelten, aber doch immer noch Lebens-

fähigkeit in hinreichendem Masse besessen, wurde der zweite Versuch mit einer grösseren Zahl von Fäden und gleichmässiger Abstufung des Procentgehaltes an Carbolsäure ausgeführt.

Das Ergebniss desselben ist, dass 1 pCt. Carbollösung selbst nach 15 Tagen keine bemerkenswerthe Wirkung auf Milzbrandsporen hat.

2 pCt. Carbolsäure äussert schon nach einigen Tagen insofern eine Wirkung, als die Entwicklung der Sporen um ungefähr 10 bis 20 Stunden später, im Uebrigen aber ebenso kräftig wie sonst eintritt. Letztere Erscheinung zeigt sich öfters bei Sporen, nachdem sie mit Desinfectionsmitteln behandelt sind, so beispielsweise auch nach der Einwirkung starker Hitze. Einen Nutzen für die Desinfection schafft diese geringe Verzögerung des Wachstums nicht. Nach 5 und 7 Tagen erscheint die Entwicklung schon nicht mehr so kräftig, wie im Controlversuche, d. h. es entwickeln sich weniger Milzbrandfäden. Eine Abschwächung derselben tritt dagegen nicht ein. Ich habe in diesem und, wie ich gleich hier erwähnen will, vielfach auch in anderen Desinfectionsversuchen mit Milzbrandsporen anscheinend schwach entwickelte Culturen und auch Seidenfäden, die in der nämlichen Weise und mit demselben Desinfectionsmittel behandelt waren, auf Mäuse verimpft und damit ausnahmslos tödtlichen Milzbrand erzeugt.

Die 3 pCt. Carbollösung bewirkt schon nach drei Tagen Lücken in dem sonst dichten Fadengewirr der kräftig entwickelten Cultur. Höchst wahrscheinlich werden die oberflächlich dem Seidenfaden anklebenden Sporen zuerst getödtet, während die zwischen den Fasern desselben in der Tiefe geschützter liegenden sich länger halten. Dadurch entsteht dann eine durch Lücken unterbrochene Vegetation. Erst nach 7 Tagen sind alle Sporen getödtet und die Desinfection beendet.

Die 4 pCt. Carbollösung erreicht diese Wirkung schon am dritten und die 5 pCt. Carbollösung mit Sicherheit am zweiten Tage; denn wenn auch im ersten Versuche nach 24 stündigem Liegen in der 5 pCt. Lösung die Sporen sich nicht mehr entwickelten, so kam doch im zweiten Versuche noch vereinzelter Fadenbildung vor.

In einem Versuche mit Milzbrandsporen, welche sich einen Tag lang in einem feuchten Raume befunden hatten und dann in Carbolsäurelösungen von 1 pCt., 2 pCt., 5 pCt. Gehalt gelegt wurden, verhielten sich diese nicht anders als in ganz trockenem Zustande mit Carbolsäure behandelte Milzbrandsporen. Wie ich später zu erwähnen haben werde, lässt sich die Desinfectionswirkung der schwefligen Säure durch den vorhergehenden Aufenthalt der Sporen im feuchten Raume bis zu einem gewissen Grade steigern. Für die Carbolsäure ist demnach von einer derartigen Vorbehandlung der Desinfectionsobjecte kein Nutzen zu erwarten.

Desinfectionsmittel müssen, um praktisch verwendbar zu sein, schnell wirken, ehe sie nämlich durch Verflüchtigung oder durch Verdünnung in ihrem Gehalte an wirksamer Substanz zu sehr herabgesetzt werden. Je schneller sie wirken, um so besser für die Anwendung. Viel länger als 24 Stunden dürfte im Allgemeinen die Desinfectionsdauer aus praktischen Rücksichten nicht zu bemessen sein.

Wenn nun dieses Mass der Desinfectionsdauer auf die Carbolsäure angewendet wird, so ergibt sich, dass eine 5 pCt. starke Lösung zur sicheren Desinfection noch nicht ausreichend ist; selbst dann nicht, wenn die zu desinficirenden Objecte, wie in unserem Falle, 24 Stunden lang in eine verhältnissmässig so hinreichend grosse Menge der Lösung gelegt werden, dass von einer Abschwächung der Desinfectionsflüssigkeit seitens des Desinfectionsobjectes durch die stattfindende Absorption oder durch chemische Umsetzungen gar nicht die Rede sein kann. Aber um wie viel schwieriger wird sich die Desinfection gestalten, wenn complicirte Flüssigkeiten, in denen die Carbolsäure Niederschläge hervorruft und möglicherweise weniger wirksame Verbindungen eingeht, oder wenn Gegenstände, die nur vorübergehend mit der Carbollösung in Berührung gebracht werden können, zu desinficiren sind. Es ist gewiss nicht zu hoch gegriffen, wenn für derartige Zwecke eine 10 pCt. Lösung für erforderlich gehalten wird, wobei es allerdings in Frage kommen würde, ob dann der Kostenpunkt und die übrigen störenden Eigenschaften der Carbolsäure ihre Anwendung noch rath-

sam erscheinen lassen und ob nicht andere Mittel, von denen später die Rede sein wird, an den Platz, den jetzt die Carbolsäure in fast souveräner Weise einnimmt, zu treten haben.

Den Dauersporen gegenüber ist die Carbolsäure, wie wir gesehen haben, ziemlich machtlos und als ein alles Lebende vernichtendes Mittel ist sie deswegen nicht wohl anwendbar, aber in richtiger Weise und an passender Stelle verwendet, nämlich da, wo es gilt, die nicht in Dauerformen befindlichen Mikroorganismen unschädlich zu machen, kann sie von grösstem Nutzen sein, wie der folgende Versuch lehrt.

In der Milz einer eben an Milzbrand gestorbenen Maus befinden sich nur Bacillen und niemals Milzbrandsporen. Wenn Seidenfäden mit einer solchen Milz, die fast von breiartiger Consistenz ist, zusammengerieben werden, so dass sie den Saft derselben aufsaugen, und darauf schnell getrocknet werden, dann geben dieselben ein dem in den früheren Versuchen gebrauchten ganz conformes Desinfectionsobject, nur mit dem Unterschiede, dass bei ersterem ganz allein Sporen, bei dem letzteren nur Bacillen der Einwirkung des Desinfectionsmittels ausgesetzt werden. In dieser Weise präparirte Fäden sind nur wenige Tage brauchbar, denn länger wie eine Woche habe ich die Milzbrandbacillen in dieser Form getrocknet niemals lebensfähig gefunden. Es wurden deswegen zu diesem Versuche nur ganz frisch getrocknete Fäden genommen und ausserdem auf das Sorgfältigste durch Controlversuche die Entwicklungsfähigkeit der zur Anwendung gekommenen Bacillen festgestellt.

Versuch: Eine Anzahl der oben beschriebenen Fäden wurde in verdeckte Uhrgläser gelegt, von denen je eins 5 pCt., 4 pCt., 3 pCt., 2 pCt., 1 pCt. wässrige Carbolsäurelösungen enthielt und immer nach 2, 5, 10, 15, 20, 25 Minuten wurde ein Faden aus jedem Glase genommen und auf Blutserumgelatine gelegt. Nach 24 Stunden war noch an keinem einzigen der Fäden auch nur eine Spur von Entwicklung zu sehen, während an den zur Controle auf dieselbe Nährgelatine gelegten Seidenfäden die Bacillen sich schon bedeutend verlängert hatten. Am folgenden Tage und ebenso an den späteren zeigte sich von allen mit Carbollösung in Berührung gewesenem nicht die geringste Lebensäusserung, sie waren also unzweifelhaft selbst schon durch eine 2 Minuten lange Berührung mit 1 pCt. Carbolsäurelösung getödtet. In den Controlpräparaten waren die Bacillen zu einer dichten, flockigen, aus vielverschlungenen und theilweise schon mit Sporen versehenen Fäden zusammengesetzten Masse herangewachsen.

Man könnte bei diesem Versuche einwenden, dass die Entwicklung der Bacillen möglicherweise durch die von dem Seidenfaden aufgesogene und auf die Nährgelatine mitübertragene Carbollösung nur verhindert und dass die Bacillen nicht in Wirklichkeit getödtet seien. Dagegen spricht aber, dass in dem mit Sporen ausgeführten Versuch die Seidenfäden eine 5proc. Carbollösung aufgenommen hatten und dass die Sporen, ohne etwa abgespült zu sein, auf der Gelatine trotz der Anwesenheit der starken Carbollösung sich entwickelt hatten. Um aber ganz sicher zu gehen, habe ich Seidenfäden mit angetrockneten Bacillen, die 2 oder 5 Minuten in 1proc. und 2proc. Carbollösung gelegen hatten, sofort in sterilisirtem, destillirten Wasser abgespült und dann erst auf die Gelatine gebracht, ohne dass das obige Resultat dadurch eine Abänderung erlitten hätte.

Diejenige Concentration der Carbolsäure, welche eben noch ausreicht, um die Bacillen zu tödten, lässt sich aus einer Reihe von Versuchen ersehen, die zu einem anderen Zwecke (Milzbrand-Immunität) ausgeführt sind. Wenn Blut von an Milzbrand gestorbenen Thieren mit einem gleichen Theil von 1proc. Carbolsäurelösung gemischt wurde, konnte schon nach kurzer Zeit diese Mischung einem anderen Thier subcutan eingespritzt werden, ohne dass dasselbe dadurch inficirt oder merklich krank gemacht worden wäre. Eine 0,5proc. Carbollösung genügte aber schon nicht mehr, um das Milzbrandblut unschädlich zu machen. Hieraus lässt sich schliessen, dass die Grenze, bei welcher die Carbolsäurewirkung unsicher wird und schliesslich aufhört, zwischen 0,5 und 0,25 pCt. liegt, weil in dem ersten Falle die Blut- und Carbolsäure-Mischung 0,5 pCt., im zweiten 0,25 pCt. Carbolsäure enthält.

Diese Ergebnisse bestätigen also vollständig, dass die Carbolsäure für eine bestimmte Kategorie von Mikroorganismen, und weil letztere sich doch meistens nicht in Dauerzuständen befinden, für die grosse Mehrheit derselben ein ausgezeichnetes Mittel zur Vernichtung ist.

Diesem Umstande verdankt sie unzweifelhaft ihren hohen Ruf als Desinfectionsmittel, der nun aber insofern eine Einschränkung erfahren muss, dass sich die sichere desinficirende Wirkung der Carbolsäure in einer Concentration von 0,5 pCt. bis 2 pCt. nur auf die noch nicht in Dauerformen übergegangenen Mikroorganismen bezieht.

Nachdem die Wirkung der Carbolsäure auf Sporen und auf sporenfreie Bacterien geprüft ist, würde nun noch die dritte Hauptfrage bezüglich ihres Desinfectionswerthes zu erledigen sein, nämlich wie weit sie die Entwicklung und das Wachsthum von Bacterien in einer geeigneten Nährflüssigkeit zu hemmen vermag.

Aus fünf verschiedenen Versuchsreihen, welche fast genau übereinstimmende Resultate ergaben, will ich nur zwei speciell aufführen.

Erster Versuch: Verdeckte flache Glasschalen (sogenannte Crystallisationsschalen mit flachgeschliffenem Boden), welche aus dem Grunde als Culturgefässe gewählt wurden, um die in ihnen stattfindende Entwicklung der Milzbrandbacterien unmittelbar mit dem Mikroskop controliren zu können, wurden mit 10 ccm Blutserum, welches ganz klar und frisch war, gefüllt. Nachdem der Reihe nach in eine Schale 1 Tropfen 2proc. Carbolsäurelösung, in die zweite 2 Tropfen, in die dritte 4 Tropfen, in die vierte 6 Tropfen, in die fünfte 8 Tropfen, in die sechste 10 Tropfen und in die siebente 15 Tropfen derselben Lösung gebracht und eine Schale zur Controle ohne Zusatz von Carbolsäure blieb, wurde in jede Schale ein mit angetrockneten Milzbrandsporen versehener Seidenfaden gelegt. Sämmtliche Glasschalen befanden sich unter einer feucht gehaltenen Gasglocke, um die Verdunstung und Verunreinigung durch Staub möglichst zu beschränken. In dem Controlgefäss war nach 24 Stunden schon lebhaftes Wachsthum von langen Milzbrandfäden mit dem Mikroskop zu sehen, ebenso in den Gefässen, die 1, 2, 4 und 6 Tropfen der Carbollösung erhalten hatten. In dem Gefässe mit 8 Tropfen war die Entwicklung weniger kräftig, in dem mit 10 und in dem mit 15 Tropfen gar kein Wachsthum eingetreten. Nach zwei Tagen war die Vegetation der Milzbrandfäden in dem Controlgefässe und in den vier ersten Schalen sehr kräftig, auch das Gefäss mit 8 Tropfen unterschied sich von diesen in Bezug auf die Entwicklung der Milzbrandfäden fast nicht mehr. In dem mit 10 Tropfen Carbolsäurelösung versetzten Blutserum hatte sich jetzt nachträglich eine schwache aus vielfach gekrümmten und kurzen Fäden bestehende Vegetation gebildet. Im letzten Gefässe, das 15 Tropfen Carbollösung erhalten hatte, war nicht das geringste Wachsthum zu sehen. Auch am dritten Tage zeigte sich keine Entwicklung. Dass die Milzbrandsporen in diesem Gefässe aber nicht etwa schon abgestorben waren, ergab sich daraus, dass der Faden, nachdem er sich im Ganzen 72 Stunden in dem mit Carbollösung versetzten Blutserum befunden hatte und dann auf frische Nährgelatine gelegt war, sehr bald der Ausgangspunkt einer üppig entwickelten Milzbrandvegetation wurde. Unzweifelhaft wären auch in dem Blutserum einige Tage später, wenn der Carbolsäuregehalt durch Verflüchtigung entsprechend abgenommen hätte, die Sporen noch zur Entwicklung gekommen.

Zweiter Versuch: Anstatt des Blutserum diente diesmal eine neutralisirte 1 proc. Pepton- und $\frac{1}{2}$ proc. Fleischextractlösung als Nährflüssigkeit. Auf je 10 ccm der letzteren kamen 2, 5, 10, 20 Tropfen 2proc. Carbolsäurelösung. Im Uebrigen wurde der Versuch ebenso angestellt, wie der vorige. Das Resultat gestaltete sich auch fast ebenso wie bei jenem Versuche. Bis 5 Tropfen Zusatz war kein die Entwicklung der Milzbrandfäden hemmender Einfluss der Carbolsäure innerhalb zweitägiger Beobachtung wahrzunehmen. Bei 10 Tropfen blieb die Entwicklung schon merklich zurück und bei 20 Tropfen trat gar kein Wachsthum ein.

In der nachstehenden Tabelle sind die Zahlen dieser beiden Versuche übersichtlich zusammengestellt und dabei die Tropfenzahl unter Abrundung der Bruchtheile auf ccm

berechnet. Die Abmessung der Tropfen hatte immer mit derselben Pipette stattgefunden, aus welcher bei langsamem, gleichmässigen Ausfliessen 25 Tropfen der 2proc. Carbolsäurelösung auf 1 ccm kamen.

Zusatz von 2proc. Carbolsäure- lösung		0,04 ccm	0,08 ccm	0,15 ccm	0,25 ccm	0,3 ccm	0,4 ccm	0,6 ccm	0,8 ccm
Milzbrand- sporen in 10 ccm Blutserum	1. Tag	ge- wachsen	ge- wachsen	ge- wachsen	ge- wachsen	zurück- geblieben	nicht ge- wachsen	nicht ge- wachsen	
	2. Tag	ge- wachsen	ge- wachsen	ge- wachsen	ge- wachsen	ge- wachsen	schwache Entwicke- lung	nicht ge- wachsen	
Milzbrand- sporen in 10 ccm 1proc. Pepton- u. 1/2proc. Fleisch- extractlösung	1. Tag		ge- wachsen		ge- wachsen		nicht ge- wachsen		nicht ge- wachsen
	2. Tag		ge- wachsen		ge- wachsen		geringes Wachs- thum		nicht ge- wachsen

Die Berechnung des Grenzwertes für die zur Entwicklungshemmung erforderliche Menge Carbolsäure aus den angegebenen Zahlen ergibt, dass 1 g reine Carbolsäure im Stande ist, in 850 ccm Nährlösung die Entwicklung von Milzbrandbacillen vollständig zu verhüten. Eine merkliche Behinderung des Wachstums tritt schon dann ein, wenn 1 g Carbolsäure auf 1250 g Nährlösung kommt. Diese Zahlen gelten selbstverständlich nur für das Verhältniss zwischen Carbolsäure und Milzbrandbacillen. Dass andere Bakterien von der Carbolsäure weniger beeinflusst werden, liess sich gelegentlich dieser Versuche schon daraus abnehmen, dass in einzelnen Gefässen, in denen der Carbolsäurezusatz die Milzbrandbacillen nicht mehr zum Wachsthum kommen liess, aus den zufällig hineinfallenden Luftkeimen andere Bakterien nachträglich zur Entwicklung gelangten.

Die Zahlen, die ich für Milzbrandbacillen gefunden habe, stimmen ziemlich genau mit den Zahlen, die Jalan de la Croix*) für die Entwicklungshemmung von Fleischwasser-Bakterien durch Carbolsäure erhalten hat. Für aus der Luft in gekochtes oder ungekochtes Fleischwasser hineinfallende Bakterienkeime bedurfte es nach Jalan de la Croix zur Entwicklungshemmung stärkerer Concentration der Carbolsäure (1:400, 1:500), welches Zahlenverhältniss ich nach den bei meinen Versuchen nebenher gemachten Beobachtungen vollkommen bestätigen kann.

Wie ich früher auseinandergesetzt habe, ist zur Prüfung eines Desinfectionsmittels am zweckmässigsten, die Wirkung desselben erstens auf sporenhaltige und zweitens auf sporenfreie Objecte zu bestimmen und drittens zu versuchen, inwieweit es die Fortentwicklung von Bakterien in Nährflüssigkeiten zu hemmen vermag. Diese drei Aufgaben sind für die Carbolsäure durch die geschilderten Versuchsreihen, jedoch nur in Bezug auf Milzbrandbacillen und deren Sporen gelöst. Die für Tödtung der Sporen gefundenen Zahlen werden aber mit geringen Abweichungen auch für die Sporen und Dauerzustände der übrigen durch hohe Widerstandsfähigkeit ausgezeichneten Mikroorganismen gelten können, weil in sehr zahlreichen Versuchen, die gleichzeitig mit solchen und mit Milzbrandsporen angestellt wurden, letztere den ersteren sich immer fast gleich verhielten und nur sehr wenig zurückstanden.

*) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie Bd. 13, Heft 3 und 4.

Anders verhält es sich aber, wie wir gesehen haben, mit der entwickelungshemmenden Wirkung der Carbolsäure. Für Milzbrandbacillen lag dieselbe zwischen 1250 und 850 facher Verdünnung und ist für andere aus der Luft in die Nährlösungen gelangende Mikroorganismen auf ungefähr 500fache Verdünnung herabzusetzen.

Nur die Bestimmung des allgemein gültigen Werthes der Carbolsäure für den zweiten Theil der Aufgabe, für die Tödtung der nicht sporenhaltigen Bacterien, würde noch ausstehen. Wahrscheinlich ist auch dieser Werth für andere widerstandsfähigere Mikroorganismen auf die Hälfte des für Milzbrandbacillen gefundenen, oder selbst noch weiter herabzusetzen.

Genauere Untersuchungen darüber sind unzweifelhaft ganz interessant, schienen mir aber der Bedeutung der beiden anderen Werthe gegenüber, die im Grossen und Ganzen schon ein ausreichendes Urtheil über den Desinfectionswerth verschaffen, zu wenig wichtig, um denselben Zeit zu opfern und ich zog es vor, mich statt dessen mit den für die praktische Verwendung der Carbolsäure als Desinfectionsmittel wichtigen Fragen zu beschäftigen. Unter diesen letzteren beansprucht diejenige nach der Wirkung der Carbolsäure in Dampfform eine besondere Bedeutung.

Es war allerdings, nachdem sich herausgestellt hat, dass die Carbolsäure für eine zuverlässige Desinfection in 5proc. Lösung und mindestens 48 Stunden einwirken muss, kaum zu erwarten, dass die Carbolsäure in Dampfform bei ihrem geringen Verflüchtigungsvermögen eine irgend erhebliche desinficirende Wirkung äussern würde. Ferner hatten die mit Carbolsäure in Dampfform von Schotte und Gaertner*) angestellten Versuche schon ergeben, dass um trockne mit Fäulnissbakterien imprägnirte Objecte zu desinficiren 15 g Carbolsäure auf einen Cubikmeter zum Verdampfen gebracht werden mussten und dass wegen der bedeutenden Quantitäten und der Schwierigkeit, dieselben in Dampfform zu verwandeln, eine Desinfection von geschlossenen Räumen durch Carböldämpfe praktisch so gut wie unausführbar ist. Dennoch konnte die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die bei gewöhnlicher Temperatur schon zur Verdunstung kommenden geringen Carbolsäuremengen, wenn sie nur durch längere Zeit mit den Desinfectionsobjecten in Berührung bleiben können, gleichwohl desinficirend wirken würden; auch war es wichtig zu erfahren, ob nicht die Desinfection mit heisser Luft, deren Unzulänglichkeit sich schon zur Zeit dieser Versuche herausgestellt hatte, nicht zweckmässigerweise mit der Anwendung von Carböldämpfen zu combiniren war.

Zur Erledigung der ersten der eben angedeuteten Fragen wurde folgender Versuch ausgeführt.

In einem Apparate, wie er nach Angabe von N. Gerber zur Fettbestimmung in der Milch dient und in dessen untere Abtheilung ungefähr 50 g Carbolsäure gefüllt waren, wurde in die obere Abtheilung auf Filtrirpapier Erde, welche Bacillensporen enthielt, gelegt. Dieses obere Gefäss des Apparates war durch einen gut schliessenden Kork geschlossen und communicirte mit dem unteren die Carbolsäure enthaltenden Gefässe durch eine ziemlich weite Oeffnung, nach oben mit der Luft durch ein langes enges Glasrohr. Von Zeit zu Zeit wurde der Kork gelüftet, eine Probe der Erde entnommen und auf Nährgelatine ausgestreut. Die Erde roch jedesmal stark nach Carbolsäure und es liess sich wohl annehmen, dass sie beständig unter dem vollen Einfluss der bei Zimmertemperatur, in welcher der Apparat gehalten wurde, sich entwickelnden Carbolsäuredämpfe stand. Die Erdproben wurden am 2, 4, 10, 14, 24 und 45. Tage der Carbolsäurewirkung auf die Entwicklungsfähigkeit der in ihr vorhandenen Bacillensporen geprüft. Es ergab sich, dass dieselben auch nach 45 Tagen ganz eben so reichliche und üppige Bacillencolonien zur Entwicklung brachten, als die zur Controle gleichfalls auf Nährgelatine ausgestreuten Proben von Erde,

*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. 12 Heft 3.

die nicht mit Carbolsäure behandelt waren. Ich muss gestehen, dass mir dieses Resultat eine Illusion, der ich mich bis zu dieser Zeit hingegeben hatte, geraubt hat. Wenn man viel mit dem Lister'schen antiseptischen Verfahren zu thun gehabt und oft bei Infectionskrankheiten mit Carbolsäure desinficirt hat, dann gewöhnt man sich allmählig an den Gedanken, dass, sobald nur der Carbolgeruch irgendwo wahrzunehmen ist, die Luft von allen Infectionskeimen in kurzer Zeit befreit sein muss. In welchem gewaltigen Irrthume sich diese Vorstellung aber bewegt, lehrt der eben geschilderte Versuch und die aus demselben zu entnehmende Thatsache, dass die bei gewöhnlicher Temperatur sich entwickelnden Carboldämpfe auch nach anderthalb Monate langer Einwirkung noch nicht im geringsten die Keimkraft der verschiedenen in der Erde enthaltenen Bacillensporen zu beeinträchtigen vermögen.

Die zweite der oben gestellten Fragen, ob Carboldämpfe bei gleichzeitiger Anwendung höherer Wärmegrade vortheilhaft zu verwenden seien, wurde in folgender Weise zu lösen versucht:

Eine dreifach tubulirte Flasche befand sich in einem Wasserbade. Durch die eine Oeffnung der Flasche wurde luftdicht ein Thermometer und — unmittelbar an der Kugel desselben befestigt — das Desinfectionsobject, welches hier wiederum in den am schwierigsten zu desinficirenden Bacillensporen der Gartenerde bestand, in die Mitte der Flasche eingeführt. Die zweite Oeffnung stand mit einem Aspirator und die dritte mit einer zweiten zweihalsigen Flasche in Verbindung, welche mit carbolsäuregetränkten Fliesspapierrollen angefüllt war und in ihrem zweiten Halse ein frei in die Luft mündendes Glasrohr trug. Sobald der Aspirator in Gang gesetzt wurde, musste die Luft ihren Weg zuerst durch das Glasrohr in die Carbolflasche nehmen, sich hier beim Durchgang durch die Papierrollen mit Carbolsäuredämpfen beladen und dann das Desinfectionsgefäss passiren, um schliesslich in den Aspirator zu gelangen, der aus einer grossen mit Wasser gefüllten und einem Abflusshahn versehenen Flasche bestand. Wenn letztere von Neuem gefüllt wurde, strömte eine ungemein stark nach Carbolsäure riechende Luft aus dem Innern derselben heraus und bewies dadurch, dass der Apparat vollständig seine Schuldigkeit that und dem Desinfectionsgefäss beständig in langsamem Strom eine mit Carbolsäuredämpfen bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Luft zuführte. Das Desinfectionsgefäss wurde dann gleichzeitig im Wasserbade so weit erwärmt, bis am Thermometer die für den Versuch beabsichtigte Temperatur abzulesen war.

Nun erst wurde schnell, damit keine zu grosse Abkühlung eintrat, die in Fliesspapier eingewickelte Erde an der Thermometerkugel befestigt und den erwärmten Carboldämpfen ausgesetzt. Es unterscheiden sich also diese Versuche von denjenigen, die Schotte und Gärtner angestellt haben, insofern, als bei letzteren durch höhere Temperatur die Menge der Carboldämpfe vermehrt wurde, die Dämpfe selbst aber nur bei gewöhnlicher Temperatur zur Wirkung kamen, während in meinen Versuchen das umgekehrte Verhältniss eintrat. Die Carboldämpfe entwickelten sich im ersten Gefässe immer nur bei derselben Temperatur von 20° C. und blieben also annähernd an Menge gleich; dagegen kamen sie mit dem Desinfectionsobjecte im zweiten Gefässe unter verschiedenen erhöhten Temperaturen in Berührung.

Bei den Desinfectionsversuchen mit trockner Hitze hatte sich herausgestellt, dass, wenn die Temperatur im Desinfectionsapparate 140° betrug, in nicht zu grossen Objecten die Temperatur im Innern derselben bis auf ungefähr 55 bis 75° C. innerhalb mehrerer Stunden zu bringen war; da aber diese Temperatur auch für die leicht zu vernichtenden Mikroorganismen, wenn sie sich in getrocknetem Zustande befinden, nicht einmal ausreicht, so lag es nahe, die Hitzewirkung gerade in diesem Falle durch Carboldämpfe zu unterstützen, und es wurden mit Rücksicht hierauf die Versuche mit Combination von Hitze und Carboldämpfen auf die genannten Temperaturen beschränkt.

In der nachstehenden Tabelle ist das Resultat derselben zu finden. Die Verdunstung der Carbolsäure fand bei Zimmertemperatur (ungefähr 20° C.) statt.

Bei 20° C. sich entwickelnde Dämpfe von	Temperatur in der als Desinfectionsraum dienenden Flasche	Zeit (in Stunden)	Entwicklungsfähigkeit der Bacillensporen auf Nährgelatine
Carbolsäure	55° C.	1/2	kräftige ungestörte Entwicklung
"	55° C.	1 1/2	ziemlich viele Bacillencolonien
"	55° C.	3	wenige Bacillencolonien
"	75° C.	2	vereinzelte Bacillencolonien

Die Versuche ergeben also, dass bei gleichbleibender Carbolsäuremenge die Wirkung derselben mit zunehmender Temperatur schnell gesteigert wird. Dämpfe von einer Temperatur zwischen 15 und 20° C. (Zimmertemperatur) lassen, wie wir früher gesehen haben, die Sporen nach 45 Tagen noch unverändert. Bei 55° C. dagegen macht sich schon eine ziemlich schnell eintretende Wirkung bemerkbar; denn wenn auch nach einer halben Stunde die Sporen noch ihre volle Keimkraft behalten haben, so sind nach 1 1/2 Stunden schon viele vernichtet und nach 3 Stunden besitzen nur noch wenige ihre Entwicklungsfähigkeit. Es lässt sich hiernach wohl annehmen, dass nach ungefähr 5 bis 6 Stunden die Vernichtung aller Keime eingetreten sein würde. Aus rein praktischen Gründen kann aber eine Desinfection mit Hitze und Carböldämpfen von längerer Dauer als 2 Stunden nicht in Aussicht genommen werden. Wenn diese Combination nicht in ganz kurzer Zeit, etwa binnen einer halben bis höchstens 2 Stunden, ihren Zweck erfüllt, dann muss sie für die Praxis ihren Werth verlieren, weil schon mehrere Stunden an und für sich vergehen, ehe bei einer Temperatur von über 100° C. im Desinfectionsraume das Innere grösserer Desinfectionsobjecte sich auf 50° C. und darüber erwärmt, und wenn sie dann noch 5 bis 6 Stunden im Apparate bleiben sollten, die Gesamtzeit einer Desinfection gegen 8 bis 10 Stunden betragen würde. Deswegen wurde noch in einem Versuche eine Temperatur von 75° C. 2 Stunden lang in Anwendung gebracht. Als aber auch dadurch noch keine vollständige Vernichtung aller Keime erzielt war, wurde vorläufig von einer weiteren Verfolgung dieser übrigens höchst interessanten Thatsache Abstand genommen. Für eine Desinfection grosser Objecte durch trockene Hitze wird sich die Carbolsäure kaum verwerthen lassen; aber ganz unzweifelhaft lässt sich aus der durch Hitze gesteigerten desinficirenden Wirkung der Carbolsäure für andere Zwecke, z. B. um mit trockener mässig gesteigerter Hitze kleinere Gegenstände zu desinficiren, Vortheil ziehen; auch Combinationen von Carböldämpfen und feuchter Hitze versprechen energische desinficirende Wirkungen.

Die an der Carbolsäure gemachte Erfahrung, dass durch Steigerung der Temperatur die desinficirende Wirkung flüchtiger Substanzen erheblich zunimmt, gab die Veranlassung dazu, in derselben Weise noch einige andere Mittel zu prüfen. Diese Versuchsreihen will ich zum besseren Vergleich mit der combinirten Carbolsäure-Hitzedesinfection hier einschalten. Es wurde derselbe Apparat wie bei der Carbolsäure benutzt.

Bei 20° C. sich entwickelnde Dämpfe von:	Temperatur ° C.	Zeit	Einwirkung auf die Entwicklungsfähigkeit von Bacillensporen in der Erde. Es kamen auf Nährgelatine zur Entwicklung.
Schwefelkohlenstoff	50	1/2 Stunde	ebenso viele Bacillencolonien wie im Controlpräparat.
do.	50	1 "	do.
do.	50	3 Stunden	vereinzelte Bacillencolonien.
do.	80	1/2 Stunde	wenige "
do.	80	1 "	vereinzelte "
do.	80	2 Stunden	keine "
Benzol	67	1/2 Stunde	ebenso viele Bacillencolonien wie im Controlpräparat.
do.	67	1 "	do.
do.	67	2 Stunden	do.
Roher Holzgeist	70	3 "	do.

Auch in diesen Versuchen bestätigt sich am Schwefelkohlenstoff, der bei gewöhnlicher Temperatur, wie aus den weiter unten folgenden Mittheilungen zu erschen ist, auf Sporen gar keinen nachtheiligen Einfluss ausübt, dass bei einer gewissen Temperatursteigerung, die immer noch weit unterhalb des Siedepunktes des Wassers bleibt, eine desinficirende Wirkung eintritt. Anscheinend übertrifft sogar der Schwefelkohlenstoff in dieser Eigenschaft noch die Carbolsäure, weil seine Dämpfe bei 80 ° und zweistündiger Dauer eine vollständige Vernichtung der Sporen bewirkt hatten. Dass andere flüchtige Substanzen, bei denen ähnliche desinficirende Wirkungen vermuthet werden konnten, sich nicht sämmtlich so verhalten, zeigen die Versuche mit Benzol und Holzgeist.

Immerhin ist es wahrscheinlich, dass sich manche unter gewöhnlichen Verhältnissen unzulängliche Desinfectionsmittel durch Combination mit einer mässig gesteigerten Temperatur zu einer ausreichenden Wirksamkeit bringen lassen; möglicherweise sind auch solche Substanzen, denen bei Temperaturen von ca. 20 ° C. jede desinficirende Wirkung fehlt, wie das Beispiel vom Schwefelkohlenstoff lehrt, bei etwas höheren Temperaturen als vortreffliche Desinfectionsmittel zu gebrauchen. Es eröffnet sich in dieser Richtung ein sehr lohnendes Feld für die experimentelle Thätigkeit, welches um so mehr Beachtung verdient, als sich exacten Versuchen gegenüber von der grossen Zahl der Desinfectionsmittel nur einige wenige und auch diese nur als für gewisse Verhältnisse praktisch verwendbar erwiesen haben.

Doch ich kehre zu den Versuchen über die Carbolsäure zurück.

In mancher Hinsicht ist es für die Beurtheilung eines Desinfectionsmittels wichtig, die Wirkung von Verbindungen kennen zu lernen, welche dasselbe mit anderen Substanzen eingeht, und nicht minder diejenige von Stoffen, welche demselben in chemischer Beziehung nahestehen, auch hat es ein praktisches Interesse, Rohstoffe, welche das Desinfectionsmittel in mehr oder weniger grosser Menge enthalten und eine billige Bezugsquelle abgeben könnten, auf ihre Wirkung zu prüfen. In der folgenden Tabelle sind einige hierher gehörige Mittel zusammengestellt und die Wirkung, welche sie innerhalb bestimmter Zeitabschnitte auf Milzbrandsporen äussern, zum Kriterium für ihre Berechtigung, als Desinfectionsmittel gelten zu können, genommen. Die Versuche sind in derselben Weise, wie die mit Carbolsäure auf Milzbrandsporen, angestellt.

Einwirkende Flüssigkeit		Anzahl der Tage, nach deren Ablauf die Milzbrandsporen auf ihre Entwicklungsfähigkeit geprüft wurden						Bemerkungen
Natriumphenol	5 % in Wasser	1*	2*	5*	10*			* Nur vereinzelte Fäden zur Entwicklung gekommen.
Natr. sulfo-carbolic.	5 % „ „	1	2	5	10			
Zinc. sulfo-carbolic.	5 % „ „	1*	2*	<u>5</u>	<u>10</u>			* 1 gekräuselte Fäden, * 2 verspätete Entwicklung.
Rohrer Holzgeist	sämmtlich unverdünnt	1	2	5*	<u>20</u>			* 5 etwas verspätetes Wachstum.
Rohrer Holzeisig		1	<u>2</u>					
Holztheer		1	2	5	10	20		
Steinkohlentheer		1	2	5	10	20		

Die doppelt unterstrichenen Zahlen geben in der vorstehenden Tabelle denjenigen Tag an, an welchem die Milzbrandsporen sich als entwicklungsunfähig erwiesen.

Die Carbolverbindungen stehen sämmtlich der reinen Carbolsäure an Wirksamkeit erheblich nach; am nächsten kommt noch das *Zinc. sulf.-carbolicum*. Am wenigsten Wirkung hatte das *Natr. sulf.-carbolicum*. Von den Rohprodukten, welche geprüft wurden, zeigte nur der rohe Holzeisig eine bemerkenswerthe Wirkung. In unverdünntem Zustande kommt er ungefähr einer 5 proc. Carbolsäurelösung gleich. Auffallend ist die innerhalb eines Zeitraums von 20 Tagen constatirte völlige Unwirksamkeit des Holztheers sowohl, wie des Steinkohlen-

theers. Die Präparate, welche im Theer gelegen hatten, wurden in absolutem Alkohol abgespült, so dass sie wenigstens theilweise von der dicken festhaftenden Theerschicht befreit wurden und dann auf die Nährgelatine gebracht. Die aus den Sporen heranzwachsenden Fäden entwickelten sich gleichwohl fast in derselben Zahl und Stärke, wie an den Controlpräparaten. An manchen Stellen, wo eine ziemlich dicke Theerkruste zurückgeblieben war, wurde diese von den Milzbrandfäden gesprengt, die zwischen den Rissen und Lücken dann hervorwuchsen.

Im Anschluss an die eben beschriebenen Versuche mögen einige erwähnt sein, die sich auf die praktische Verwendung der Carbolsäure speciell beziehen. In manchen Vorschriften zur Desinfection spielen Waschungen mit 1 bis 2 pCt. Carbolsäure, Uebertünchen mit Kalkmilch, die 2 pCt. Carbolsäure enthält, und ähnliche Verfahren eine wichtige Rolle. Dass die Carbolsäure in 2 pCt. Lösungen keine Wirkung haben würde, liess sich aus den bisherigen Resultaten schon abnehmen, deswegen war es um so wichtiger, zu versuchen, ob der gewünschte Zweck nicht mit 5 proc. Lösungen zu erreichen sei. Zu diesem Versuch wurden auf ein Brett und zwar in kleine Vertiefungen desselben Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen in entsprechenden Abständen gelegt und täglich einmal mit einer reichlichen Menge von folgenden Lösungen übergossen; 2 pCt. Carbolsäure, 5 pCt. Carbolsäure, Kalkmilch mit 2 pCt. Carbolsäure, Kalkmilch mit 5 pCt. Carbolsäure. Die Flüssigkeiten konnten, weil die Seidenfäden in den Vertiefungen lagen, hinreichend lange Zeit auf dieselben einwirken. Nach $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde waren die Fäden meistens noch feucht und um die mit Kalkmilch begossenen bildete sich allmählig eine dicke Kalkkruste. Nachdem das Uebergiessen einmal, zweimal, fünfmal, siebenmal und zehnmal stattgefunden hatte, wurde je ein Faden, ohne vorher abgespült zu werden, auf Nährgelatine gelegt. In sämtlichen Proben erwiesen sich hier die Milzbrandsporen ganz oder doch zum grossen Theil noch entwicklungsfähig. Die mit 5 pCt. Carbolsäure siebenmal und zehnmal behandelten Seidenfäden zeigten allerdings erhebliche Lücken in der Milzbrandvegetation, aber von einer eigentlichen Desinfection derselben konnte noch gar keine Rede sein.

Also auch mit 5 pCt. Carbolösungen lassen sich, wenn damit die zu desinficirenden Objecte nur übergossen, besprengt, gewaschen, oder in sonst einer Weise angefeuchtet werden, selbst nach zehnmaliger Application, nicht alle entwicklungsfähigen Keime vernichten und eine in dieser Weise ausgeführte Desinfection ist mindestens eine unsichere.

Alle bisher mit der Carbolsäure angestellten Versuche beziehen sich auf wässrige Lösungen derselben. Es entsteht nun die Frage, wie sich die Wirkung der Carbolsäure gestalten wird, wenn sie sich in anderen Lösungsmitteln befindet. Diese Frage beansprucht durchaus nicht allein ein theoretisches Interesse. Auch die Desinfectionspraxis kennt eine andere, als die wässrige Lösung der Carbolsäure, nämlich die in Oel, und empfiehlt sie für Verhältnisse, unter denen eine Unzuverlässigkeit dieses Mittels von der schwerwiegendsten Bedeutung sein muss; ich meine, die Desinfection von Händen und Instrumenten der Hebeammen. Und welch festes Vertrauen die Chirurgie auf die sicher desinficirende Wirkung des Carbolöls setzt, weiss Jeder.

In den beiden folgenden Tabellen sind die Zahlen für die mit Carbolöl ausgeführten Versuche nach demselben Schema, wie in den früheren Tabellen zusammengestellt. Die erste bezieht sich auf Milzbrandsporen, die zweite auf frisch getrocknete sporenfreie Milzbrandbacillen.

Tab. I.	Anzahl der Tage, nach deren Ablauf die Milzbrandsporen auf ihre Entwicklungsfähigkeit geprüft wurden.								Bemerkungen.
Einwirkende Flüssigkeit.									
Carbolsäure in Oel (5%)	2	6	16	30	40	45	110	sämmtliche Proben zeigen auf Nährgelatine eine ganz ungehinderte Entwicklung.	
Carbolsäure in Alkohol (50%)	2	6	16	30	70			Dasselbe Verhalten.	

Dasselbe Verhalten.

Tab. II.	Einwirkende Flüssigkeit.		Anzahl der Tage, nach deren Ablauf die Milzbrandbacillen auf ihre Lebensfähigkeit geprüft wurden.						Bemerkungen.	
Carbolsäure in Oel (5%)	1	2	3*	4*	<u>6</u>				3* u. 4* lückenhafte Entwicklung auf Nährgelatine. <u>6</u> nicht gewachsen.	
Carbolsäure in Oel (1%)	1	2	3*	4*	<u>6</u>				3* u. 4* mit Lücken gewachsen. <u>6</u> nicht gewachsen.	
Olivenöl (rein)	1	2	3	4*	<u>6</u>				4* mit Lücken gewachsen. <u>6</u> nicht gewachsen.	
									Die zur Controle auf Nährgelatine ausgelegten Fäden wuchsen am 4. Tage ebenfalls nur noch lückenhaft und am 6. Tage gar nicht mehr aus.	

Das Ergebniss dieser Versuche ist, wie man sieht, ein im höchsten Grade überraschendes:

In Oel oder Alkohol gelöst äussert die Carbolsäure auch nicht die geringste desinficirende Wirkung.

Nicht allein die Sporen, welche sich länger als ein Vierteljahr im 5pCt. Carbolöl ganz unverändert gehalten haben, sondern selbst die sonst gegen alle feindseligen Einflüsse äusserst empfindlichen Bacillen werden von dem Carbolöl nicht beeinflusst. Denn an den im Carbolöl befindlichen Fäden hielten sich die Bacillen genau ebenso lange lebensfähig, wie an den zugehörigen in Oel gelegten und den zur Controle trocken aufbewahrten Fäden. Hätte sich nur eine mässige Differenz in der Wirkung herausgestellt, dann würde eine Erklärung dafür gewiss zu finden gewesen sein, aber für dieses mit allen bisherigen Erfahrungen und tief eingewurzelten Anschauungen im grellsten Widerspruch stehende Factum vermag ich vorläufig noch keinen Zusammenhang zu finden. Man könnte daran denken, dass die Membran der Sporen in einem wasserhaltigen, gequollenen Zustande sich befinden muss, damit die Carbolsäure in das Innere einzudringen vermag. Dagegen spricht aber, dass die Carbolsäure in Dampfform bei 75° C. und in unverkennbarer Weise, wenn auch langsamer, schon bei 55° auf trockene Sporen einen vernichtenden Einfluss ausübt und dass andere flüchtige Substanzen, wie wir später sehen werden, ebenfalls in Dampfform trockene Sporen entwicklungsunfähig machen können. Ein Irrthum ist bei den Versuchen unmöglich, weil nicht etwa eine einzige, sondern mehrere Reihen von Proben untersucht wurden und in jeder Beziehung ganz gleichmässige Resultate gegeben haben.

Uebrigens mag hier schon vorweg bemerkt werden, dass diese merkwürdige Erscheinung sich nicht allein auf die Carbolsäure beschränkt, sondern auch bei anderen Stoffen, wie Salicylsäure, Thymol, vermuthlich auch noch bei vielen anderen in gleicher Weise wiederholt.

Wenn Carbolöl mit wasserhaltigen Substanzen, z. B. den Geweben des menschlichen Körpers, Wunden u. s. w. in Berührung kommt, dann wird es einen Theil der Carbolsäure unzweifelhaft an diese abgeben und in dieser Weise kann dann immer noch eine antiseptische Wirkung der ursprünglich im Carbolöl gewesenen Carbolsäure sich geltend machen. Dies gilt aber auch nur für den Fall, dass wässrige Flüssigkeiten mit dem Carbolöl in Berührung kommen. In allen anderen Fällen, in denen trockne Gegenstände, wie Instrumente, Seide, Catgut u. s. w. durch Carbolöl desinficirt werden sollen, ist auch nicht die allergeringste Wirkung, selbst auf die am leichtesten zu tödtenden Mikroorganismen zu erwarten. Der Effect kann nur genau derselbe sein, als wenn reines Oel gebraucht worden wäre. *)

*) Auffallend ist es, dass dieses merkwürdige Factum den fast täglich mit dem Carbolöl beschäftigten Chirurgen bisher ganz entgangen ist. Eine einzige Andeutung habe ich in der Literatur gefunden, welche die

Wenn ich mir diese vollständige Unwirksamkeit des beim antiseptischen Verfahren unentbehrlich gewordenen Carbolöls vergegenwärtige und ferner bedenke, dass ein Spray von 1 bis 2 pCt. gar keinen Einfluss und selbst 5 pCt. Carbolsäure in der kurzen Zeitdauer einer Operation keine bemerkbare Wirkung auf Bacteriensporen ausübt, und schliesslich noch, dass um jede Bacterienvermehrung in einer Flüssigkeit zu hemmen, in derselben dauernd die Carbolsäure mindestens im Verhältniss von 1:400 vorhanden sein muss, dann kann ich es nicht im Geringsten mehr wunderbar finden, dass unter dem Lister'schen Verbands trotz der sorgfältigsten antiseptischen Cautelen so oft Bacterien zu finden sind. Man wird in Zukunft gewiss nicht mehr nöthig haben, die im Secret aseptischer Wunden auftretenden Bacterien auf dem etwas sehr hypothetischen und umständlichen Wege durchs Blut und vom Körper aus in die Wunde gelangen zu lassen.

Schweflige Säure. Ein anderes hervorragendes Desinfectionsmittel ist die schweflige Säure, welche ebenfalls eine etwas eingehendere Untersuchung erforderte.

Die Versuche schlossen sich im Wesentlichen den für die praktische Ausführung berechneten Desinfectionsverhältnissen an und sind zum Theil bei Gelegenheit der von Wolffhügel über schweflige Säure angestellten und in diesen Blättern beschriebenen Untersuchungen zur Ausführung gekommen. Bezüglich der genauen Beschreibung der Räumlichkeiten, in welchen die Desinfectionsobjecte der schwefligen Säure ausgesetzt wurden, sowie der Entwicklung und Bestimmung der schwefligen Säure kann ich auf den betreffenden Abschnitt der Arbeit von Wolffhügel verweisen.

Erster Versuch: In dem Desinfectionskasten, welcher 390 l Inhalt hat, wurde soviel Schwefel verbrannt, dass bei Beginn des Versuches 0,986 Volumprocent schwefliger Säure vorhanden war. Nach $3\frac{1}{2}$ Stunden war der Gehalt an schwefliger Säure noch 0,93 Volumprocent. Annähernd kam also während der ganzen Versuchsdauer 1 Volumprocent schwefliger Säure zur Geltung. Als Desinfectionsobject dienten Fäden, an denen mikrokokkenhaltiges Blut von einem Meerschweinchen angetrocknet war. Ein Theil dieser Fäden wurde angefeuchtet, ehe sie in den Kasten gebracht wurden, ein Theil blieb trocken und einige Fäden wurden bei Beginn des Versuches und am Ende desselben als Controle auf Objectträger mit derselben Nährgelatine gelegt, wie die mit der schwefligen Säure behandelten.

Bis zum 3. Tag hatten sich an jedem Controlfaden 10 bis 20 Mikrokokkenkolonien entwickelt. Ueber das Verhalten der im Kasten gewesenen Fäden giebt die folgende Tabelle Auskunft.

Beschaffenheit der Fäden	Dauer der Einwirkung der schwefligen Säure nach Minuten								
	1	2	5	10	15	20	30	45	60
trocken	viele Mikro- kokken- Kolonen	einzelne Kolonen	einzelne Kolonen	einzelne Kolonen	eine Kolonie	0	0	0	0
feucht	2 Mikro- kokken- Kolonen	0	0	0	0	0	0	0	0

Unzuverlässigkeit des Carbolöls ahnen lässt. Volkmann (Deutsche Zeitschrift für practische Medicin 1877, No. 18) hatte hinter einander zwei Frauen mit Brustkrebs operirt und für beide Catgut aus einem und demselben Gefäss benutzt. Bei der einen Frau trat überall in der Umgebung des Catguts Haut-, Zellgewebs- und Muskel-Nekrose ein; doch endete der Fall in Genesung. Im anderen Falle entstand über der Wunde eine Pustel und Milzbrandgeschwür mit tödtlichem Ausgang. (Bekanntlich wird Catgut aus Schafsdärmen fabricirt und bei dem häufigen Vorkommen von Milzbrand unter Schafen ist die Befürchtung, dass hin und wieder auch Därme von Milzbrandschafen verarbeitet werden, gewiss nicht unbegründet; wenn dann auch später solche Därme, in denen während der ersten Zeit der Aufbewahrung oder Zubereitung die Milzbrandbacillen zur Sporenbildung gekommen waren, in starkes Carbolöl gelegt wurden, dann kann dies, wie meine Versuche zeigen, die einmal fertig gebildeten Milzbrandsporen nicht wieder unschädlich machen).

Dieser erste Versuch hatte also das Resultat ergeben, dass die angefeuchteten Fäden schon nach 2 Minuten, die trockenen nach 20 Minuten desinficirt waren, immerhin auch noch in einer sehr kurzen Zeit.

Zweiter Versuch. Im vorigen Versuche war nur sporenfrees Material zur Anwendung gekommen. Es fragte sich nun, ob sich die schweflige Säure gegen Sporen ebenso oder doch wenigstens annähernd so wirksam erweisen würde. Zu diesem Zwecke wurden diesmal sporenhaltige Kartoffelbacillen auf Filtrirpapierstreifen getrocknet, Milzbrandsporen an Seidenfäden angetrocknet und, um noch einmal einen Vergleich mit sporenfreiem Material zu haben, frische einer Mausemilz entnommene, an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandbacillen in den Desinfectionskasten gebracht. Letzterer enthielt bei Beginn des Versuches 1 Vol.-pCt., nach 24 Stunden 0,75, nach 72 Stunden 0,54 Vol.-pCt. schwefliger Säure.

Desinfections- objecte	Dauer der Einwirkung der schwefligen Säure																											
	nach Minuten														nach Stunden													
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	20	30	40	50	60	2	3	4	5	20	24	48	72				
Frisch getrocknete Milzbrandbacillen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milzbrandsporen					+				+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sporenhaltige Kartoffelbacillen . .					+				+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

In der vorstehenden Tabelle sind diejenigen Proben, welche noch zur Entwicklung kamen, mit +, diejenigen, welche keine entwicklungsfähigen Bacterien mehr enthielten, mit — bezeichnet. Die zu den Desinfectionsobjecten zugehörigen, zu gleicher Zeit auf ihre Entwicklungsfähigkeit auf demselben Nährboden geprüften Controlpräparate waren sämtlich kräftig gewachsen.

Die Tabelle zeigt, dass die sporenfreien und trocknen Milzbrandbacillen sich fast ebenso in der schwefligen Säure verhalten, wie im ersten Versuche die Mikrokokken. Aber ganz anders gestalten sich die Verhältnisse bei den sporenhaltigen Objecten. Die Versuchsdauer war von vornherein länger bemessen, weil nach den anderweitigen mit den Sporen gemachten Erfahrungen erwartet wurde, dass die schweflige Säure dieselben nicht sehr schnell tödten würde. Dennoch hatte die auf 3 Tage ausgedehnte Wirkung von 1 Vol.-pCt., das allmählich auf 0,54 Vol.-pCt. herabging, nicht genügt, um auch nur den geringsten Effect auf die Sporen hervorzubringen, denn letztere entwickelten sich ebenso kräftig, wie die Controlpräparate.

Dritter Versuch. Um die Widerstandsfähigkeit von sporenhaltigen Substanzen gegen den Einfluss der schwefligen Säure noch weiter festzustellen und zugleich grössere Mengen schwefliger Säure zur Wirkung kommen zu lassen, wurde folgender Versuch gemacht:

Die Menge der schwefligen Säure im Desinfectionskasten betrug diesmal

zu Anfang	6,13 Vol.-pCt.
nach 24 Stunden	4,88 "
" 72 "	4,47 "
" 96 "	3,3 "

also Anfangs 6 mal und am Ende des Versuches 3 mal soviel, als in den ersten beiden Versuchen. Nur sporenhaltige Substanzen wurden in den Kasten eingelegt und zwar eine sehr geringe Menge von vor 8½ Jahren getrocknetem, sporenhaltigen Milzbrandblut, Milz-

brandsporen an Seidenfäden angetrocknet, sporenhaltige Erde, Heubacillensporen auf Fließpapier getrocknet. Das Resultat ist aus der folgenden Tabelle zu sehen, in der das Zeichen + wieder bedeutet, dass die in der Desinfektionsprobe enthaltenen Sporen ihre Entwicklungsfähigkeit noch im vollsten Masse besitzen.

Desinfektionsobjecte.	Zeit der Einwirkung der schwefligen Säure (6,13 bis 3,3 Volumprocent) nach Stunden.										Bemerkungen.
	1/2	1 1/2	3	5	20	30	45	50	72	96	
Altes getrocknetes sporenhaltiges Milzbrandblut .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Mit dem 96 Stunden lang der schwefligen Säure ausgesetzten Milzbrandblut wurde eine Maus geimpft; dieselbe war am folgenden Tage todt und hatte eine stark vergrößerte Milz und zahllose Milzbrandbacillen in derselben.
Milzbrandsporen an Seidenfäden	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Sporenhaltige Erde . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Heubacillensporen . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Also auch hier hatte die schweflige Säure trotz stärkerer Concentration und bis auf 4 Tage ausgedehnter Einwirkung auf die Sporen verschiedener Bacterienarten nicht den geringsten Einfluss gehabt.

Vierter Versuch. Die beiden ersten Versuche hatten ergeben, dass die schweflige Säure sporenfreie Bacterien, wenn sie an kleinen Objecten und in sehr dünner Schicht derselben ausgesetzt wurden, bei einer Concentration von circa 1 Volumprocent sehr schnell tödtet und also, wenn sie auch gegen sporenhaltige Substanzen sich ganz unwirksam erwiesen hatte, doch in geeigneten Fällen als Desinfektionsmittel möglicherweise zu verwenden sein könnte. Aber es war vorerst noch festzustellen, ob sich die schweflige Säure den in der Desinfektionspraxis gegebenen Verhältnissen gewachsen zeigt, und auf diese Aufgabe sollten sich die nächsten Versuche beziehen.

Die schweflige Säure wurde in einem Zimmer entwickelt.

1 Stunde nach dem Anzünden des Schwefels	ergab die Analyse	2,89,
24 Stunden " " " " " "	" " " "	0,02,
48 " " " " " "	" " " "	0,01

Volumprocent schweflige Säure.

Auf Stühlen dicht neben den Absorptionsapparaten waren folgende Desinfektionsobjecte ausgelegt: Stückchen von Kartoffeln mit angetrockneten Culturen von *Micrococcus prodigiosus*, von Bacterien aus blauem Wundeiter und von Rosahefe. Die Bacteriensicht auf diesen Kartoffelstückchen bildete eine Kruste von 0,1 bis 0,5 mm Dicke. Sie wurden absichtlich mit der Culturschicht nach unten, jedoch so, dass zwischen dieser und dem darunter befindlichen Boden eine Luftschicht blieb, gelegt. Die zu tödtenden Bacterien befanden sich also, nicht wie früher, unmittelbar den Dämpfen der schwefligen Säure ausgesetzt, sondern gewissermassen in einer Spalte, aber doch der schwefligen Säure vollständig zugänglich. Es sollten durch diese Versuchsanordnung die in der Desinfektionspraxis so häufig zu berücksichtigenden Verhältnisse, dass sich nämlich in Ritzen und Winkeln von zu desinficirenden Räumen Infectionskeime festgesetzt haben, bis zu einem gewissen Grade nachgeahmt werden.

Ebenfalls mit Rücksicht auf die Desinfektionspraxis kamen noch zwei Packete, die sporenfreie Bacterien enthielten, bei diesem Versuch zur Verwendung. Das eine bestand aus Watte, die mit Filtrirpapier umhüllt und mit einem Faden umschnürt war; dasselbe war

5 cm dick, 11 cm breit und 16 cm lang. Ein zweites enthielt Werg, welches mässig fest zusammendrückt und durch umgelegten Bindfaden zusammengehalten wurde. Dieser kleine Ballen hatte eine Dicke von 21 cm, Breite von 32 cm und Länge von 34 cm. In der Mitte eines jeden dieser beiden Packete oder Ballen befanden sich eben solche Proben von *Micrococcus prodigiosus*; von Bakterien des blauen Eiters und von Rosahefe, wie sie frei im Zimmer ausgelegt waren. Mit diesen Proben zugleich wurden noch Streifen von blauem Lackmuspapier und zwar jede Desinfektionsprobe für sich und ebenso auch das Lackmuspapier noch wieder besonders eingewickelt und verpackt.

Ausser diesen nicht sporenhaltigen, leicht zu vernichtenden Bakterien wurden noch des Vergleichs wegen verschiedene Proben von Milzbrands sporen, Heubacillensporen und sporenhaltige Erde in dem Desinfektionsraume aufgestellt.

Erst nach zwei Tagen wurde das Desinfektionszimmer geöffnet, die Proben herausgenommen und auf geeigneten Nährsubstanzen (gekochte Kartoffelscheiben, Nährgelatine) auf die Lebensfähigkeit der in ihnen enthaltenen Bakterien geprüft.

Wie nicht anders zu erwarten war, hatten die sämtlichen sporenhaltigen Desinfektionsproben auch nicht im Mindesten an ihrer Entwicklungsfähigkeit verloren.

Dass es übrigens während dieses Versuches nicht an Luftfeuchtigkeit gefehlt hatte, ging daraus hervor, dass die Uhrgläser, auf denen diese Proben gelegen hatten, mit einer zu kleinen Tröpfchen zusammenfliessenden stark sauren Flüssigkeitsschicht beschlagen waren.

In den beiden Packeten fand sich das Lackmuspapier geröthet, aber die Desinfektionsproben, also selbst sporenfreie, hatten ebenfalls ihre volle Entwicklungsfähigkeit bewahrt.

Auffallender Weise zeigten sich auch die frei ausgelegten Proben von *Micrococcus prodigiosus*, Bakterien des blauen Eiters und Rosahefe durch die schweflige Säure nicht in bemerkbarem Masse beeinträchtigt, da sie sämtlich auf gekochten Kartoffeln sehr kräftige und ausgedehnte Culturen hervorriefen.

Fünfter Versuch: Nach diesem Resultat musste die Anforderung an die desinficirende Wirkung der schwefligen Säure noch weiter herabgesetzt werden. Der Versuch wurde in demselben Zimmer und unter denselben Verhältnissen wie der vorige ausgeführt. Auch die schweflige Säure wurde annähernd in derselben Menge entwickelt.

Nach $\frac{1}{2}$ Stunde wurde 3,12 Vol.-pCt.,

"	2	"	"	1,25	"
"	22	"	"	0,015	"

gefunden.

Auf Uhrgläsern waren getrocknete Culturen von *Micrococcus prodigiosus* und von Bakterien des blauen Eiters theils mit der Bacteriensicht nach oben, theils mit derselben nach unten aufgestellt.

Die Proben blieben 50 Stunden in dem Desinfektionszimmer.

Alsdann wurden sie auf gekochte Kartoffeln gelegt. Sie zeigten sich sämtlich entwicklungsfähig und ein wesentlicher Unterschied zwischen den mit der Bacteriensicht nach oben und den nach unten gerichteten war nicht zu erkennen.

Sechster Versuch: Weil die schweflige Säure in dem Desinfektionszimmer so ausserordentlich schnell in ihrer Concentration zu sehr geringen Werthen herabging, wurde ein dem vorigen ähnlicher Versuch noch einmal in dem fast luftdicht schliessenden Desinfektionskasten angestellt, um zu erfahren, ob nicht geringe Quantitäten schwefliger Säure, wenn sie längere Zeit gleichmässig zur Wirkung gelangen, doch im Stande sind, getrocknete, sporenfreie Bacteriensichten abzutöden.

Bei Beginn des Versuches befanden sich im Kasten 0,120 Vol.-pCt.,

nach 24 Stunden	0,119	"
" 48	"	0,100

schwefliger Säure.

Die zur Verwendung gekommenen Desinfectionsproben und das Resultat ist aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen.

Desinfectionsobjecte	Dauer des Aufenthaltes im Desinfectionskasten			
	4 Stunden	20 Stunden	28 Stunden	48 Stunden
<i>Micrococcus prodigiosus</i> , Schicht nach unten	entwickelungs-fähig	entwickelungs-fähig	entwickelungs-fähig	entwickelungs-fähig
<i>Micrococcus prodigiosus</i> , Schicht nach oben.	desgl.	etwas schwächer	etwas schwächer	viel schwächer
Bakterien des blauen Eiters, Schicht nach unten	desgl.	entwickelungs-fähig	entwickelungs-fähig	entwickelungs-fähig
Bakterien des blauen Eiters, Schicht nach oben	desgl.	etwas schwächer	etwas schwächer	viel schwächer

Die Menge der schwefligen Säure war absichtlich in diesem Versuche niedrig bemessen gewesen, weil es praktisch ganz unausführbar sein würde, höhere Volumprocente in Räumen, die nicht luftdicht abgeschlossen sind, dauernd zu erhalten, während durch mehrfach wiederholtes Anzünden von Schwefel eine der diesmal zur Anwendung gekommenen Menge schwefliger Säure annähernd gleiche Quantität ein bis zwei Tage lang vermuthlich zu erhalten sein würde. Nach 48 Stunden hatte die schweflige Säure unter den angegebenen Verhältnissen eine ziemlich erhebliche Wirkung auf die mit der Bacterienschicht nach oben gelegenen Desinfectionsproben ausgeübt. Aber auch nur auf diese; die nach unten gerichteten Bacterienschichten hatten von der schwefligen Säure nicht gelitten.

Siebenter Versuch: Die schweflige Säure hatte sich, wie die letzten Versuche zeigen, sobald die sonst am leichtesten zu vernichtenden Bakterien in etwas dickeren Schichten und besonders wenn sie mit nach unten gerichteter Schicht der Einwirkung des Desinfectionsmittels ausgesetzt wurden, auch diesen geringsten an ein in der Praxis verwendbares Desinfectionsmittel zu stellenden Anforderungen nicht mehr gewachsen gezeigt. Aber es liess sich nun gegen die bisherigen Versuche einwenden, dass die schweflige Säure wegen Mangel an Feuchtigkeit so geringe Wirkungen geäussert habe. Indessen ist früher schon gelegentlich erwähnt, dass die Luft bei den im Desinfectionszimmer angestellten Versuchen mit Wasserdämpfen gesättigt war und sich letztere auf den Uhrgläsern, in denen die Desinfectionsproben lagen, niedergeschlagen hatten. Immerhin war es interessant zu erfahren, ob nicht ein extremer Wassergehalt im Desinfectionsraume wesentlich stärkere Wirkungen der schwefligen Säure bewerkstelligen würde. Es wurde deswegen in dem Desinfectionskasten schweflige Säure entwickelt und gleichzeitig Wasserdampf hineingeleitet. Vorher waren die in der nachstehenden Tabelle verzeichneten Desinfectionsproben hineingelegt.

Bei Beginn des Versuches waren . . . 0,84
nach 24 Stunden 0,55
nach 48 Stunden 0,302

Volumprocente schwefliger Säure in der Luft des Kastens. Der Wassergehalt war so bedeutend, dass schon nach einer Stunde sämmtliche Desinfectionsproben stark feucht und aufgeweicht waren. Nach 24 Stunden hatten sich an der Decke des Kastens viele Wassertropfen gebildet, die auf die Proben herabfielen, so dass dieselben schliesslich thatsächlich im Wasser lagen.

(Wenn die Entwicklungsfähigkeit der Bakterien oder Sporen erhalten blieb, dann ist dies in der Tabelle mit +, das Gegentheil mit — bezeichnet.)

Desinfectionsobjecte	Dauer des Aufenthaltes im Desinfectionskasten					Bemerkungen
	1	2	4	24	48	
	S t u n d e n					
Frisch aus der Milz entnommene Milzbrandbacillen (noch feucht) an Seidenfäden	—	—	—	—	—	
<i>Micrococcus prodigiosus</i> , Schicht nach oben	+	+	+ sehr geringe Entwicklung	—	—	
<i>Micrococcus prodigiosus</i> , Schicht nach unten	+	+	+	—	—	
Bakterien des blauen Eiters, Schicht nach oben	+	+ geringe Entwicklung	—	—	—	
Bakterien des blauen Eiters, Schicht nach unten	+	+	+	—	—	
Milzbrandsporen an Seidenfäden angetrocknet	+	+	+	+	+	
Getrocknetes sporenhaltiges Milzbrandblut	+	+	+	+	+	Das Blut ist nach einstündiger Einwirkung gequollen, coagulirt und löst sich auf der Nährgelatine nicht mehr auf
Sporenhaltige Erde	+	+	+	+	+	

Die Combination der schwefligen Säure mit Wasserdämpfen hat im Wesentlichen dasselbe Resultat gegeben, wie es die schweflige Säure allein oder unter dem Einfluss des gewöhnlichen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in den früheren Versuchen ebenfalls gethan hat. Die an Fäden in sehr dünner Schicht ausgebreiteten Milzbrandbacillen waren nach einer Stunde getödtet; ohne Zuleitung von Wasserdampf wäre das, wie der erste und zweite Versuch lehren, ebenso der Fall gewesen. In dickerer Schicht befindliche sporenfreie Bakterien waren selbst nach 4 Stunden, trotzdem sie sich in einem vollkommen aufgeweichten Zustande befanden, noch nicht vollständig vernichtet. An sporenhaltigen Substanzen hatte sich gar keine Wirkung bemerkbar gemacht.

Die bis hierher geschilderten Versuche lassen nicht den geringsten Zweifel darüber, dass die schweflige Säure, wenn sie auf trockne Objecte, oder wenn sie gleichzeitig mit Wasser oder Wasserdampf auf dieselben einwirkt, einen eigentlichen Desinfectionswerth nicht beanspruchen kann. Der folgende Versuch wurde deswegen auch nur aus theoretischem Interesse angestellt, um zu erfahren, bei welcher Concentration die vom Wasser absorbirte schweflige Säure überhaupt im Stande ist Bacillensporen, also die widerstandsfähigsten Keime, zu vernichten.

Achter Versuch: Schweflige Säure wurde in Wasser bis zur vollständigen Sättigung geleitet, dann durch theilweise Verdünnung desselben folgende Concentrationen hergestellt und in mit gefetteten Glasstöpseln gut verschlossene Gefässe gefüllt.

Das erste Gefäss enthielt 11,436 Gewichts-pCt. (4000 Vol.-pCt.),
 " zweite " " 5,718 " (2000 Vol.-pCt.),
 " dritte " " 2,859 " (1000 Vol.-pCt.),
 " vierte " " 0,286 " (100 Vol.-pCt.).

In jedes dieser Gefässe wurde eine Anzahl mit Milzbrandsporen versehener Seidenfäden gelegt, täglich einer derselben herausgenommen und auf die Entwicklungsfähigkeit der Sporen geprüft.

In nachstehender Tabelle ist das Resultat dieses Versuches verzeichnet.

Concentration der schwefligen Säure	Aufenthalt der Milzbrandsporen in der schwefligen Säure nach Tagen				
	1	2	3	4	5
I. 11,436 Gewichts-pCt.	+	—	—	—	—
	Etwas verspätet aber kräftig entwickelt				
II. 5,718 Gewichts-pCt.	+	+	+	+	—
	Etwas verspätet gewachsen	Etwas verspätet gewachsen	Mit Lücken ge- wachsen	Vereinzelte Fäden zur Entwicklung ge- kommen	
III. 2,859 Gewichts-pCt.	+	+	+	+	+
			Etwas verspätet gewachsen	Etwas verspätet gewachsen	Etwas verspätet gewachsen
IV. 0,286 Gewichts-pCt.	+	+	+	+	+

In der schwächsten, der zur Anwendung gekommenen Concentrationen, die auf Volumprocente berechnet immer noch 100 Volumprocenten entsprechen würde, hatte die schweflige Säure innerhalb fünf Tagen gar keinen Einfluss auf die Milzbrandsporen ausgeübt; sie entwickelten sich in allen Proben ebenso schnell und ebenso kräftig, wie in den Controlpräparaten. Die beiden nächsten um das 10fache und 20fache stärkeren Concentrationen lassen schon eine Wirkung erkennen. Aber auch die höchste erreichbare Concentration der schwefligen Säure konnte nach 24stündiger Einwirkung nur eine geringe Verzögerung im Wachsthum der Milzbrandsporen herbeiführen. Wie üppig und massenhaft die Scheinfäden der Milzbrandbacillen aus den Sporen, welche 24 Stunden in der concentrirtesten Lösung von schwefliger Säure gelegen hatten, zur Entwicklung kamen, zeigt die Photographie No. 31 Tab. VI, welche nach diesem Präparat angefertigt wurde.

Es blieb noch eine Frage zur Beantwortung übrig, ob nicht etwa, wenn sich der gleichzeitig mit der schwefligen Säure zur Geltung kommende Einfluss der Feuchtigkeit auch als nutzlos erwiesen hatte, doch eine der Anwendung der schwefligen Säure einige Zeit vorhergehende Befeuchtung der Objecte der Wirkung dieses Mittels zu Hülfe kommen könne.

Neunter Versuch: Das Innere des Desinfectionskastens wurde durch Entwicklung von Wasserdämpfen und Einlegen von feuchtem Fliesspapier in den letzten 24 Stunden vor dem Verbrennen des Schwefels feucht gehalten. Ebenso befanden sich die Desinfectionsproben (Milzbrandsporen und sporenhaltige Erde) 24 Stunden lang unter einer gut schliessenden Glasglocke, deren Innenwände mit feuchtem Fliesspapier ausgekleidet waren. Aus diesem feuchten Raum wurden sie unmittelbar in den Desinfectionskasten gebracht und dann in diesem 26,0 g Schwefel unter Zusatz von Alkohol verbrannt. Eine zweite Probe von Erde und Milzbrandsporen hatte 24 Stunden lang in destillirtem Wasser gelegen, ehe sie in den Desinfectionskasten gebracht wurde.

Bald nach dem Verbrennen des Schwefels wurde der Gehalt an schwefliger Säure im Kasten gleich 4,66 Vol.-pCt. gefunden.

Nach 6 Stunden betrug derselbe 3,16, nach 24 Stunden beim Abschluss des Versuches 3,28 Vol.-pCt.

Nach dem 24stündigen Aufenthalt im Kasten kamen beide Proben von Milzbrandsporen, sowohl diejenige, welche vorher nur im feuchten Raum gewesen, als auch diejenige, welche im Wasser gelegen hatte, nicht mehr zur Entwicklung. Von den Erdproben gab die im Wasser gewesene eine ungehinderte, die aus dem feuchten Raum eine um ungefähr 24 Stunden verspätete und nicht so reichliche Entwicklung von Bacillencolonien, wie das Controlpräparat.

Dieser Versuch hatte also ein gegen alle früheren Desinfectionsversuche mit schwefliger Säure erheblich besseres, wenn auch immer noch kein ausreichendes Resultat geliefert, und es wurde deswegen ein zweites gleiches Experiment angestellt, um die Steigerung in der Wirksamkeit der schwefligen Säure durch vorhergehende Befeuchtung der Objecte ganz sicher zu stellen.

Zehnter Versuch: Die Versuchsverhältnisse waren die nämlichen wie im Vorhergehenden, nur wurden des Vergleichs halber diesmal auch trockene Objecte, wie sie zu den früheren Versuchen benutzt waren, gleichzeitig mit den angefeuchteten in den Kasten gelegt.

Kurze Zeit nach dem Verbrennen des Schwefels wurden im Kasten 5,44 Vol.-pCt. gefunden.

Drei Stunden später noch 5,3 Vol.-pCt.

Die Menge der schwefligen Säure war in diesem Versuch also fast dieselbe wie im vorigen.

Die Objecte blieben ebenfalls 24 Stunden im Kasten.

Das Resultat war folgendes: Milzbrandsporen, welche 24 Stunden vor dem Einbringen in den Desinfectionskasten im feuchten Raum sich befunden und im Kasten auf einer Unterlage von feuchtem Fliesspapier gelegen hatten, kamen zur Entwicklung.

Milzbrandsporen, welche in einem Uhrglase mit Wasser lagen und in diesem Versuche nicht wie im vorigen aus dem Wasser herausgenommen, sondern während der Desinfection in diesem verblieben waren, wuchsen nicht mehr.

Trocken eingelegte Milzbrandsporen zeigten ebenso wie in allen früheren Versuchen keine Veränderung in ihrer Entwicklungsfähigkeit.

Aus den Erdproben kamen, gleichviel, ob sie vorher feucht gehalten waren, im Wasser gelegen hatten, oder trocken der schwefligen Säure ausgesetzt wurden, die Bacillensporen zur Entwicklung, ohne dass eine bemerkbare Behinderung derselben sich gezeigt hätte.

Das Ergebniss dieses Versuches war, obwohl bei demselben eine möglichst gleiche Anordnung der Verhältnisse, wie im vorigen Versuch angestrebt war, weniger günstig, und es lässt sich aus demselben deswegen schon schliessen, dass, wenn auch eine Steigerung der sporentödtenden Wirkung der schwefligen Säure durch vorhergehendes Behandeln der Objecte mit Feuchtigkeit erreicht werden kann, dieselbe doch selbst unter den überaus günstigen Verhältnissen im Desinfectionskasten unsicher blieb und entfernt nicht so weit getrieben werden konnte, dass alle Bacillensporen vernichtet worden wären.

Wie man sich diesen merkwürdigen Unterschied in der Wirkung der schwefligen Säure auf Sporen, je nachdem sie auf längere Zeit vorher angefeuchtete Objecte oder erst zu gleicher Zeit mit Feuchtigkeit auf bis dahin trockene Objecte angewendet wird, erklären soll, das lässt sich schwer sagen. Die am nächsten liegende Erklärung scheint mir noch folgende zu sein. Die Bacillensporen besitzen vermuthlich eine die eigentliche Sporenmembran noch äusserlich einschliessende Schleimhülle, welche nur in Wasser und in bestimmten Salzlösungen quellbar ist. In Wasser, welches schweflige Säure gelöst enthält, kommt diese Hülle, möglicherweise wegen des Säuregehaltes der Lösung, ebenfalls nicht zur Quellung; sie bleibt wasserfrei und die Spore verhält sich gegen den Einfluss der schwefligen Säure gerade so wie im trockenen Zustande. Anders wird es sich verhalten, wenn die Schleimhülle vor der Berührung mit schwefliger Säure zum Quellen gebracht wird, wie es bei dem Aufenthalt

der Sporen in Wasser oder im feuchten Raum geschieht. In diesem Falle kann die schweflige Säure die mit Wasser durchtränkte Schleimhülle durchdringen und auf die Sporen selbst zur Wirkung kommen.

Ogleich die beiden im Desinfectionskasten ausgeführten Versuche auch nur eine unzureichende Wirkung der schwefligen Säure ergeben hatten, so schien es doch geboten, noch einen Desinfectionsversuch in einem den praktischen Verhältnissen entsprechenden Raum vorzunehmen, um zu sehen, in wie weit sich die der Schwefelung vorhergehende Befeuchtung für die Desinfectionspraxis nützlich erweisen würde.

Elfter Versuch: In einem Zimmer wurde in den letzten 24 Stunden vor Beginn des Versuches einigemal viel Wasser verdampft, so dass alle Gegenstände in demselben stark befeuchtet waren. Zuvor waren eine Anzahl Desinfectionsproben, welche wieder aus Milzbrandsporen und sporenhaltiger Gartenerde bestanden, in dem Raume so vertheilt, dass sie theilweise in der Mitte desselben, zum Theil in einer Ecke, ferner am Boden und einige Proben mehr oder weniger tief in einer zwischen den Dielen befindlichen Spalte ($\frac{1}{4}$ bis 1 cm tief) sich befanden. Zu gleicher Zeit waren noch eben solche Proben in einen Kellerraum durch 24 Stunden gelegt, in welchem noch mehr Wasserdämpfe als in dem Zimmer entwickelt waren, so dass das Wasser an den Wänden herabfloss. In dem feuchten Keller hatten diese Proben theils frei auf Uhrgläsern gelegen, theils waren sie in den Taschen und an der Oberfläche eines Ueberziehers vertheilt. Unmittelbar vor dem Anzünden des Schwefels im Desinfectionszimmer waren die Proben aus dem Keller in ersteres gebracht. Verbrannt wurden 3960 Gramm Schwefel, was auf den Cubikinhalte des Zimmers berechnet 10,56 Vol. Procent schwefliger Säure hätte geben müssen. Ungefähr eine Stunde nach dem Anzünden des Schwefels wurden indessen nur noch 4,05 Vol.-Procent und 3 Stunden 20 Minuten nach demselben 1,8 Vol.-Procent schwefliger Säure nachgewiesen. Nach Ablauf von 24 Stunden wurde das Zimmer geöffnet und die Probeobjecte in Bezug auf die Entwicklungsfähigkeit der in ihnen enthaltenen Sporen geprüft. Das hierbei erhaltene Resultat war kurz zusammengefasst folgendes:

Sämmtliche Proben sporenhaltiger Erde, mochten sie im Keller oder im Desinfectionszimmer feucht gehalten sein und mochten sie frei inmitten des Zimmers, am Boden, in der Ecke, in einer Spalte oder in dem Ueberzieher sich während des Desinfectionsversuches befunden haben, sie alle waren von der schwefligen Säure nicht in merklicher Weise beschädigt und es entwickelten sich aus denselben ganz eben so schnell und zahlreich die bekannten Bacillencolonien, wie aus der nicht mit schwefliger Säure behandelten Erde. Auch die Milzbrandsporen kamen sämmtlich zur Entwicklung, nur eine Probe, welche 24 Stunden vor dem Versuch und während des Versuches in destillirtem Wasser sich befunden hatte, wuchs später als die anderen. Der letzte Versuch zeigt also, dass für praktische Verhältnisse der Vorthell, welchen die der Schwefelung vorhergehende Anfeuchtung der Desinfectionsobjecte zu gewähren vermag, verschwindend klein ist.

Unter allen Versuchen der gesammten Reihe befindet sich auch nicht ein einziger, in welchem selbst unter den für die schweflige Säure günstigsten Bedingungen, wie sie in der Praxis überhaupt sich nicht herstellen lassen, alle Keime organischen Lebens vernichtet gewesen wären. Die Bedingungen, welche eine zuverlässige Desinfection erfüllen muss, hatten sich mit der schwefligen Säure demnach nicht erreichen lassen und man kann dieselbe nur als ein sehr unsicher wirkendes Desinfectionsmittel bezeichnen.

Da man bislang der schwefligen Säure ein grosses Vertrauen schenkte, so hatte man nicht minder die Ueberzeugung, dass eine Lösung von doppelschwefligsaurem Kalk, welche beständig grosse Mengen schweflige Säure abgibt, sich als Desinfectionsmittel bewähren müsse.

Deswegen mag anhangsweise hier noch ein Versuch mit einer concentrirten Lösung von doppelschwefligsaurem Kalk erwähnt werden.

Zwei durch Kork gut verschlossene Reagensgläser wurden jedes mit ungefähr 20 cbcm der Lösung von doppelschwefligsaurem Kalk, die über 90 g schwefliger Säure im Liter

enthielt, gefüllt und in das eine Seidenfäden mit angetrockneten Milzbrandsporen und zwar in die Flüssigkeit selbst hineingelegt, während in das andere sporenhaltige Erde kam, welche in Filtrirpapier eingewickelt und dicht oberhalb des Niveaus der Flüssigkeit festgeklemt war, so dass sie nur den Dämpfen der schwefligen Säure ausgesetzt blieb. Täglich wurde eine Probe aus jedem Glase genommen und untersucht. Die Milzbrandsporen sowohl als die Bacillensporen der Erde hielten sich bis zu fünf Tagen ganz gleichmässig entwicklungsfähig, von da an nahm die Zahl der zur Entwicklung kommenden Sporen ab, aber erst vom 15. Tage an waren alle entwicklungsfähigen Keime getödtet.

Auch an solchen Proben von Milzbrandsporen, welche, bevor sie in die Lösung des Desinfectionsmittels gelegt wurden, 24 Stunden sich in einem feuchten Raume befunden hatten, erwies sich der doppeltchweflige Kalk nicht merklich wirksamer als gegen trockene Sporen.

Der doppeltchweflige Kalk kann demnach ebensowenig wie die schweflige Säure als ein zuverlässiges Desinfectionsmittel gelten.

Chlorzink. Das Chlorzink ist in der neuesten Zeit vielfach als eins der wirksamsten Desinfectionsmittel empfohlen. Man schätzt den Desinfectionswerth desselben so hoch, dass es selbst noch in einer Verdünnung von 1‰ ganz zuverlässige Wirkung haben soll. Es lag deswegen nahe, auch dieses Mittel an ausschlaggebenden Desinfectionsproben auf seinen wirklichen Werth zu prüfen.

Zunächst wurden Versuche mit einer 1‰ starken Chlorzinklösung vorgenommen. In verdeckten Glasschalen, die ungefähr 30 cc der Lösung enthielten, wurden kleine Stückchen von Kartoffeln mit angetrocknetem *Micrococcus prodigiosus*, sowie verschiedene sporenhaltige Objecte gelegt. Ueber das Resultat kann ich mich kurz fassen. Nachdem die Proben in der Chlorzinklösung zwei Tage gelegen hatten, war noch nicht die geringste Abnahme in der Entwicklungsfähigkeit zu bemerken. Selbst der *Micrococcus prodigiosus* war von dem Desinfectionsmittel nicht beeinträchtigt; die Borken desselben waren vollständig aufgeweicht, zerflossen und bildeten einen röthlichen Bodensatz am Grunde der Flüssigkeit. Einige Tröpfchen von dieser roth gefärbten Flüssigkeit erzeugten binnen zwei Tagen schöne und kräftige Culturen auf Kartoffeln.

Als sich hieraus ergab, dass einer 1‰ starken Lösung so gut wie gar keine desinficirende Eigenschaft beiwohnte, wurde derselbe Versuch mit einer Lösung von 1% Chlorzink-Gehalt wiederholt. Das Resultat unterschied sich nur wenig von dem mit der 1‰ starken Lösung erhaltenen. *Micrococcus prodigiosus* behielt bis zu 16 Stunden langem Verweilen in der Desinfectionsflüssigkeit seine volle Entwicklungsfähigkeit; von da ab wurden die mit den Desinfectionsproben erzielten Culturen etwas schwächer als die Controlpräparate. Aber selbst innerhalb 48 Stunden vermochte die Chlorzinklösung den *Micrococcus prodigiosus* noch nicht vollständig zu tödten. Die sporenhaltigen Substanzen (Milzbrandsporen, Heubacillensporen) wuchsen nach 48stündiger Behandlung mit der Chlorzinklösung ebenso kräftig, als wenn sie mit keinem Desinfectionsmittel in Berührung gekommen wären.

In einem weiteren Versuche wurden deswegen noch stärkere Lösungen von Chlorzink genommen und in diese Milzbrandsporen gebracht. In der nachstehenden Tabelle sind die in diesem Versuche erhaltenen Zahlen verzeichnet. Das Zeichen + bedeutet, dass die an den betreffenden Tagen aus der Chlorzinklösung genommenen Milzbrandsporen in unbehinderter Entwicklungsfähigkeit gefunden wurden.

Desinfections- flüssigkeit	Dauer des Aufenthaltes in der Chlorzinklösung nach Tagen					
	1	3	5	10	20	30
Chlorzink 5 ‰	+	+	+	+	+	+
Chlorzink 2 ‰	+	+	+	+	+	+

Das Resultat dieses Versuches ist also, dass eine 5proc. Chlorzinklösung Milzbrandsporen, welche einen Monat lang in derselben gelegen haben, in ihrer Entwicklungsfähigkeit nicht beeinträchtigt hat.

Auch mit diesem Desinfectionsmittel wurde ein Versuch angestellt, ob nicht ebenso, wie es sich für die schweflige Säure herausgestellt hatte, ein vorgängiges Befeuchten der als Desinfectionsproben dienenden Sporen die Wirkung erhöhen würde. Doch liess sich nicht der geringste Unterschied in der Entwicklungsfähigkeit der Sporen wahrnehmen, ob sie nun feucht oder trocken in die Chlorzinklösungen gebracht wurden.

Nach diesen Ergebnissen muss es räthselhaft erscheinen, wie das Chlorzink eigentlich in den Ruf eines Desinfectionsmittels gekommen ist. Es blieb nur noch übrig, an eine besonders kräftige entwicklungshemmende Wirkung des Chlorzinks zu denken, welche möglicherweise seine Empfehlung zur Desinfection veranlasst hatte. Also wurde auch nach dieser Richtung hin ein Versuch angestellt.

Zu 10 cc Blutserum wurde soviel von einer Chlorzinklösung gesetzt, dass die Gesamtfälligkeit einen Gehalt von 1‰ Chlorzink besass; ein zweites Quantum Blutserum wurde auf 5‰ Chlorzinkgehalt gebracht. Alsdann wurden Seidenfäden mit Milzbrandsporen hineingelegt und mit Hilfe des Mikroskopes die etwa eintretende Entwicklung der Sporen beobachtet. Schon nach 24 Stunden waren in beiden Gefässen die Sporen zu langen Fäden herangewachsen und ihre Vegetation stand nicht im Mindesten hinter derjenigen des Controlversuches zurück.

Also auch von einer irgendwie erheblichen entwicklungshemmenden Wirkung des Chlorzinks kann keine Rede sein und es ist mir in der That unerklärlich, dass diesem Mittel ein bedeutender Desinfectionswerth zugeschrieben werden konnte.

Die vorstehenden Untersuchungen haben ergeben, dass drei der hervorragendsten, bisher mit grossem Vertrauen in Anwendung gezogenen Desinfectionsmittel den Anforderungen, welche die allgemein als massgebend eingeführte Methode der Prüfung durch bacterienhaltige Objecte stellen muss, nicht genügen, sobald diese Prüfung nur nach den unseren jetzigen Kenntnissen von den Bacterien entsprechenden Principien ausgeführt wird. Der Desinfectionswerth der Carbolsäure hat sich als ein weit beschränkterer herausgestellt, als bisher durchweg angenommen wird; die in der Desinfectionspraxis so vielfach angewendete schweflige Säure hat sich als ein unzuverlässiges und das Chlorzink als ein zur Desinfection ganz werthloses Mittel erwiesen. Nach diesen Erfahrungen erschien es als ein dringendes Bedürfniss, vermittelt eines ausreichenden, leicht zu handhabenden und absolut sichere Beurtheilung zulassenden Prüfungsobjectes eine grössere Reihe von Substanzen, die entweder schon als Desinfectionsmittel empfohlen sind oder bei denen desinficirende Eigenschaften zu vermuthen waren, auf ihren Desinfectionswerth zu untersuchen. Als ein hierzu ganz vortrefflich geeignetes Prüfungsobject bieten sich die schon mehrfach erwähnten an Seidenfäden getrockneten Milzbrandsporen. Ein Mittel, welches die Entwicklungsfähigkeit dieser Sporen in kurzer Zeit vernichtet, besitzt nach allen bis jetzt vorliegenden Erfahrungen auch die Fähigkeit, in annähernd derselben Zeit und Concentration alle übrigen Keime von Mikroorganismen zu tödten. Andererseits verdient ein Mittel, welches so exquisite Infectionskeime, wie die Milzbrandsporen sind, nicht zu bewältigen vermag, auch nicht als ein zuverlässiges Desinfectionsmittel angesehen zu werden. Ausserdem besitzen die Milzbrandsporen als Prüfungsobject noch den grossen Vortheil, dass die Beurtheilung ihrer Entwicklungsfähigkeit ohne zeitraubende Verfahren und mit einer solchen Sicherheit auszuführen ist, dass Irrthümer sich ganz unmöglich einschleichen können.

Die nachstehenden Untersuchungen sind daher mit Milzbrandsporen angestellt und zwar in derselben Weise, wie es bei den Versuchen mit Carbolsäure und Milzbrandsporen geschildert wurde. Ehe ich die Ergebnisse derselben in tabellarischer Zusammen-

stellung gebe, muss ich nochmals hervorheben, dass es vorläufig nur auf eine allgemeine Orientirung ankam. Man wird deswegen manche Lücke in der Reihe der zur Untersuchung gekommenen Mittel finden. Einzelne Zahlen, z. B. diejenigen der Salicylsäure, des Thymol u. a., müssen noch anderweitig durch Prüfung mit wässrigen Lösungen ergänzt werden; denn die Versuche mit diesen Mitteln wurden, um nicht zu geringe Concentrationen zu haben, mit alkoholischen Lösungen angestellt, und erst im weitem Laufe der Untersuchung stellte sich mit aller Evidenz die merkwürdige Thatsache heraus, dass die alkoholischen ebenso wie die öligen Lösungen von Mitteln, welche in wässriger Lösung mehr oder weniger wirksam sind, einen bedeutend geringeren (Jod) oder meistens gar keinen Effect (Salicylsäure u. s. w.) besitzen. Ich glaubte trotzdem diese in alkoholischer Lösung benutzten Mittel mit aufzuführen zu sollen, um weitere Beläge für diese unerwartete und doch ganz gesetzmässig sich wiederholende Erscheinung zu geben.

Die reinen flüssigen Mittel sind in der ersten Gruppe zusammengestellt, wobei dem Alkohol die Mischungen desselben mit Wasser angereicht sind.

In der zweiten Gruppe finden sich alle in Wasser gelösten Mittel.

In der dritten die in Alkohol oder Aether gelösten.

Die Zahlen geben diejenigen Tage an, an welchen eine Probe der Milzbrandsporen aus der Flüssigkeit genommen und auf ihre Entwicklungsfähigkeit geprüft wurde. Wenn keine Entwicklung mehr eintrat, also die Desinfection gelungen war, so ist das durch doppeltes Unterstreichen der Zahl angedeutet. Es lässt sich also beim Durchsehen der Tabelle sofort erkennen, ob und welche Wirkung von einem Mittel zu erwarten ist.

Flüssigkeit	Zeit des Aufenthaltes der Milzbrandsporen in den Flüssigkeiten (nach Tagen)											Bemerkungen
Destillirtes Wasser	7	15	20	35	90							
Alkohol (absol.)	1	3	5	10	12	20	30	40	50	65	110	
Alkohol (1 Theil mit 1 Theil Wasser)	1	3	20	30	40	50	65	110				
Alkohol (1 Theil mit 2 Theilen Wasser)	1	3	20	30	40	50	65	110				
Aether	1	5	8*	<u>30</u>								* Lückenhafte Vegetation.
Aceton	2	5*										* Schwache Entwicklung, grosse Lücken.
Glycerin	1	3	10	20	30	40	50	65	110			
Buttersäure	1	5										
Oel (Provencer-Oel)	5	30	90									
Schwefelkohlenstoff	1	5	10	20								
Chloroform	1	3	10	20	100							
Benzol	1	5	10	20								
Petroleum-Aether	1	5										
Terpentin-Oel	1*	<u>5</u>	<u>10</u>									* Vereinzelte aber kräftige Entwicklung.
Chlorwasser (frisch bereitet)	<u>1</u>		<u>5</u>									
Brom (2 % in Wasser)	<u>1</u>		<u>5</u>									
Jodwasser	<u>1</u>											
Salzsäure (2 % in Wasser)	1		5		<u>10</u>							
Ammoniak	1		5		10							
Chlorammonium (5 % in Wasser) . . .	1		5		10		25					
Kochsalzlösung (concentr.)	1		5		10		20		40			
Chlorkaliumlösung (concentr.)	1		5		20		40					
Chlorbarium (5 % in Wasser)	5		10		45		100					
Eisenchlorid (5 % in Wasser)	2*		<u>6</u>									* Verspätet, aber kräftig entwickelt.

Flüssigkeit	Zeit des Aufenthaltes der Milz- brandsporen in den Flüssigkeiten (nach Tagen)					Bemerkungen
Bromkalium (5% in Wasser)	5	10	25			
Jodkalium (5% in Wasser)	5	10	25	80		
Sublimat (1% in Wasser)	<u>1</u>	<u>2</u>				
Arsenik (1% in Wasser)	1	6	<u>10</u>			
Kalkwasser	5	10	15 *	20 *		* Lückenhaft und verspätet ge- wachsen.
Chlorkalk (5% in Wasser)	1 *	2 **	<u>5</u>			* Wachstum etwas verzögert aber kräftig.
Schwefelsäure (1% in Wasser) . . .	1	3	10 *	20 *		** Lückenhafte Entwicklung.
Zinkvitriol (5% in Wasser)	1	5 *	10 *			* Vereinzelte Fäden gewachsen.
Kupfervitriol (5% in Wasser) . . .	1	5 *	10 *			* Wachstum lückenhaft und wenig kräftig.
Schwefelsaures Eisenoxydul (5% in Wasser)	2	6				* Wachstum lückenhaft und wenig kräftig.
Schwefelsaure Thonerde (5% in Wasser)	1	5	12			
Alaun (4% in Wasser)	1	5	12			
Chromsaures Kali (5% in Wasser) .	1	2				
Doppelt chroms. Kali (5% in Wasser)	1	2				
Chromalaun (5% in Wasser)	1	2				
Chromsäure (1% in Wasser)	1	2				
Uebersaures Kali (5% in Wasser)	<u>1</u>					
Uebersaures Kali (1% in Wasser)	1	2				
Chlorsaures Kali (5% in Wasser) . .	2	6				
Osmiumsäure (1% in Wasser)	<u>1</u>					
Borsäure (5% in Wasser, nicht voll- ständig gelöst)	1	2	6 *	10 *		* Etwas verspätetes Wachstum, Fäden gekräuselt.
Borax (5% in Wasser)	5	10	15			
Schwefelwasserstoffwasser	1	5 *				* Wachstum lückenhaft und sehr wenig kräftig.
Schwefelammonium	1	2	<u>5</u>			
Senföl mit Wasser	1	5	10 *			* Schwaches Wachstum.
Ameisensäure (spec. Gew. 1,120) . .	1	2	<u>4</u>	<u>10</u>		
Essigsäure (5% in Wasser)	1	5				
Essigsaures Kali (concentr. Lösung) .	1	5	10			
Essigsaures Blei (5% in Wasser) . .	1	5	12			
Kaliseife (2% in Wasser)	1	5	12			
Milchsäure (5% in Wasser)	1	2	5			
Tannin (5% in Wasser)	1	5	10			
Trimethylamin (5% in Wasser) . . .	1	5	12			
Chlorpikrin (5% in Wasser)	1	2	<u>6</u>	<u>12</u>		
Benzoësäure (concentrirte Lösung in Wasser)	1	5	10	45	70	
Benzoësaures Natron (5% in Wasser)	1	2	5	10		
Zimmtsäure (2% in Wasser 60, Al- kohol 40)	1	3	5	10		
Indol (im Ueberschuss in Wasser) . .	1	5	10	25	80	
Skatol (im Ueberschuss in Wasser) .	1	5	10	25	80	
Leucin (1/2% in Wasser)	1	5	10			
Chinin (2% in Wasser 40, Alkohol 60)	1 *	5 *				* Verspätetes geringes Wachs- thum.
Chinin (1% in Wasser mit Salzsäure)	1	5	<u>10</u>			

Flüssigkeit	Zeit des Aufenthaltes der Milzbrandsporen in den Flüssigkeiten (nach Tagen)					Bemerkungen
	1*	2*				
Jod (1% in Alkohol)	1*	2*				* Lückenhaft gewachsen.
Valeriansäure (5% in Aether) . . .	1	5				
Palmitinsäure (5% in Aether) . . .	1	5				
Stearinsäure (5% in Aether)	1	5				
Oleinsäure (5% in Aether)	1	5				
Xylol (5% in Alkohol)	1	5	30	50	90	
Thymol (5% in Alkohol)	1	6	10	15		
Salicylsäure (5% in Alkohol) . . .	1	6	10	15		
Salicylsäure (2% in Oel)	5	10	20	80		
<i>Oleum animale</i> (5% in Alkohol) . . .	1	5	12			
<i>Oleum menth. piperit.</i> (5% in Alkohol).	1	5	12			

Der vorstehenden Tabelle habe ich einige Bemerkungen anzuschliessen, welche auf die wichtigeren Ergebnisse der in derselben zusammengestellten Versuche hinweisen sollen.

Im destillirten Wasser hatten sich, weil das Gefäss öfters zur Entnahme von Proben geöffnet wurde, mit der Zeit Pilze und Algen angesiedelt. Die Seidenfäden, an denen die Milzbrandsporen hafteten, mussten aus einem dichten Gewirr von Pilzmycelien befreit werden, ehe sie auf die Nährgelatine gelegt werden konnten. Das hatte jedoch ihrer Entwicklungsfähigkeit nicht den geringsten Abbruch gethan, denn sie wuchsen, nachdem sie drei Monate lang im destillirten Wasser gelegen hatten, noch eben so kräftig wie zu Anfang. Diese Erscheinung beschränkt sich aber nicht allein auf das destillirte Wasser, auch im Wasser der Berliner Wasserleitung, welches in einem anderen Versuchsgefäss regelmässig in Zwischenräumen von wenigen Tagen erneuert wurde, hielten sich in einem durch 10 Wochen lang fortgesetzten ähnlichen Versuch die Milzbrandsporen in unveränderter Entwicklungsfähigkeit. Auch eine Abschwächung der Infektionskraft war nicht eingetreten, denn es wurden am Ende von beiden Versuchen Mäuse mit den Milzbrandsporen geimpft, welche danach an Milzbrand starben. Nach der Naegeli'schen Theorie sollen bekanntlich „Contagienpilze“, welche ins Wasser gelangen, kaum einige Tage lebensfähig bleiben. Ich muss es Naegeli überlassen, den Widerspruch zwischen seiner Theorie und den von mir berichteten That-sachen, von deren Richtigkeit sich Jeder leicht durch das höchst einfache Experiment überzeugen kann, aufzuklären.

Vom Glycerin war es schon länger bekannt, dass es auf Bacillensporen keinen nachtheiligen Einfluss ausübt. Auch vom Alkohol ist dasselbe vermuthet, aber meines Wissens bisher noch nicht in einem über einen längeren Zeitraum sich erstreckenden Versuch nachgewiesen. In Glycerin sowohl, als in Alkohol und in Verdünnungen des letzteren mit Wasser im Verhältniss von 1:1 und 1:2 haben die Milzbrandsporen fast 4 Monate lang gelegen und es war auch nicht der mindeste Unterschied in der Entwicklungsfähigkeit vor und nach dem Aufenthalt in diesen Flüssigkeiten wahrzunehmen. Dieses Resultat bestätigt also die schon mehrfach ausgesprochene Behauptung, dass die Behandlung mit Alkohol oder Glycerin nicht zur Unterscheidung von geformten und ungeformten Fermenten in dem Sinne benutzt werden kann, dass erstere dadurch vernichtet werden sollten.

Schwefelkohlenstoff, Aether, Chloroform, Benzol, Petroleumäther, Terpentin-Oel wurden in der Hoffnung versucht, dass dieselben in irgend einer Weise auf den Inhalt der Sporen, den man sich kaum anders als aus einer fettreichen und zugleich wasserarmen Substanz vorstellen kann*), einwirken würden. Bis auf Aether und Terpentin-Oel zeigten sich die genannten Flüssigkeiten ohne merkliche Einwirkung. Auffallend ist es, dass gerade Aether

*) Nencki und Schaffer (Journal f. prakt. Chemie, 1879 No. 19 u. 20) fanden in einem Gemisch von Fäulnissbakterien, von welchem allerdings nicht gesagt ist, wie reich an Sporen es war, 7,89 pCt. Fett.

und Terpentin-Oel, beide Ozonträger, eine im Verhältniss zu anderen Substanzen nicht unerhebliche Wirkung auf die Milzbrandsporen ausserten, indem die im Aether liegenden Sporen nach acht Tagen, die im Terpentin-Oel befindlichen schon nach 24 Stunden nur noch theilweise zur Entwicklung kamen.

Die Wirkung des in diesem Versuch in unvermischter Form zur Verwendung gekommenen Terpentin-Oels erschien so erheblich, dass mit demselben deswegen noch einige Versuche angestellt wurden, um zu sehen, in wie weit sich dieses Mittel praktisch würde verwenden lassen.

In einer Versuchsreihe wurde sporenhaltige Erde bei ungefähr 17° C. den Dämpfen von Terpentin in einem Gefäss, wie es bei dem gleichen mit Carbolsäure ausgeführten Experiment diente, ausgesetzt und nach 1, 2, 5, 12, 17, 40 und zuletzt nach 60 Tagen untersucht, ohne dass eine Abnahme in der Keimfähigkeit der Sporen gefunden wurde. In einem zweiten Experiment wurde Wasser mit einigen Tropfen Terpentin-Oel versetzt, Milzbrandsporen hineingelegt und öfters geschüttelt, weil möglicherweise der Einfluss des Terpentin-Oels auf feuchte Sporen ein erheblicherer sein konnte. Aber auch unter diesen Verhältnissen wurden die am 1., 5. und 10. Tage untersuchten Sporen entwicklungsfähig gefunden. Dennoch möchte ich die Hoffnung noch nicht aufgeben, dass sich das Terpentin-Oel in irgend einer Form, vielleicht in Combination mit trockener oder feuchter Hitze als Desinfectionsmittel verwerthen lassen wird und ich beabsichtige gelegentlich die Versuche mit diesem Mittel wieder aufzunehmen.

Wenn ein Desinfectionsmittel praktisch verwendbar sein soll, dann muss es nicht allein eine sichere, sondern auch eine schnelle Wirkung besitzen. Wie lang oder vielmehr wie kurz die Zeitdauer zu bemessen ist, während welcher ein Mittel seine desinficirende Wirkung äussern muss, lässt sich im Allgemeinen nicht sagen. Es kommt oft vor, dass die Desinfectionsobjecte mit dem in flüssiger Form befindlichen Desinfectionsmittel nur flüchtig angefeuchtet, besprengt oder gewaschen werden können; in diesem Falle stehen dem Desinfectionsmittel nur wenige Minuten zur Verfügung, in denen es seine Wirkung thun muss. In anderen Fällen lässt es sich einrichten, dass die Desinfectionsdauer einige Stunden in Anspruch nehmen kann. Länger als 24 Stunden kann dieselbe jedoch kaum ausgedehnt werden, ohne dass die Procedur immer schwerfälliger und für die Praxis im Grossen unausführbar wird. Für die Desinfectionspraxis im Allgemeinen werden also zunächst nur solche Mittel zu berücksichtigen sein, die mindestens innerhalb 24 Stunden alle Keime organischen Lebens zu vernichten vermögen. Unter der langen Reihe der untersuchten Substanzen finden sich aber nur sehr wenige, die dieser Bedingung Genüge leisten. Ausser Chlor, Brom und Jod haben nur noch Sublimat, Osmiumsäure und übermangansaures Kali die Milzbrandsporen schon innerhalb der ersten 24 Stunden getödtet. Uebermangansaures Kali äusserte diese Wirkung jedoch erst in einer 5 proc. Lösung, bei einer Stärke von nur 1 pCt. liess es die Sporen zwei Tage lang unbeschädigt. Da bei einer Desinfection im Grossen eine 5 proc. Lösung von übermangansaurem Kali nicht mehr verwendbar ist, so würde auch dieses Mittel aus den wenigen noch übriggebliebenen auszuschneiden sein. Ebenso wenig ist an eine Desinfection mit Osmiumsäure zu denken und es bleiben demnach nur noch die aus Chlor, Brom und Jod bestehende Gruppe und Sublimat. Mit diesen Mitteln wurden noch weitere Versuche angestellt, auf die ich später zurückkommen werde.

Sehr auffallend ist es, dass eine Anzahl von Substanzen, die gewöhnlich als dem organischen Leben feindlich angesehen werden, sich den Milzbrandsporen verhältnissmässig wenig oder gar nicht schädlich erwiesen haben. Ich erwähne in dieser Hinsicht besonders die Salzsäure (2 pCt.), Schwefelsäure (1 pCt.) und die concentrirten Lösungen von Chlor-natrium, Chlorcalcium; ferner ist die geringe Wirkung fast sämmtlicher Metallverbindungen, unter diesen namentlich diejenige der 5 proc. Eisenchloridlösung, welche nach 2 Tagen die Milzbrandsporen noch nicht getödtet hatte, bemerkenswerth. Ueberraschend ist es auch,

dass Borsäure, Borax, chloresäures Kali, Benzoësäure, benzoësäures Natron, Zimmtsäure und Chinin so wenig Einfluss auf die Milzbrandsporen äussern.

Die Versuche mit Indol und Skatol, welche beide Substanzen Herr Professor Baumann mir in dankenswerther Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt hat, haben insofern ein Interesse, dass beide bekanntlich als Producte des Bacterienstoffwechsels eine ganz bedeutende antiseptische Wirkung ausüben sollen. Bei dem geringen Löslichkeitsvermögen vom Indol und Skatol schien es mir, um eine möglichst hohe Einwirkung auf die Milzbrandsporen zu erzielen, das Zweckmässigste zu sein, wenn die Flüssigkeit, in welcher sich letztere befanden, beständig einen geringen ungelösten Ueberschuss davon enthielt. Die Milzbrandsporen wurden, trotzdem schliesslich die Seidenfäden, an denen sie hafteten, eine bräunliche Farbe von dem angesetzten Indol und Skatol angenommen hatten und, nachdem sie auf die Nährgelatine gelegt waren, noch lange Zeit den charakteristischen intensiven Geruch verbreiteten, auch nach 80 Tagen in ihrer Entwicklungsfähigkeit noch nicht geschwächt.

Eine zweite Reihe von Versuchen beschäftigte sich damit, in ähnlicher Weise, wie es in der vorhergehenden mit Bezug auf die Fähigkeit der Desinfectionsmittel, die Milzbrandsporen zu vernichten, geschehen ist, über ihre entwicklungshemmende Wirkung an Milzbrandbacillen eine orientirende Uebersicht zu gewinnen.

Wie schon früher auseinandergesetzt wurde, haben die entwicklungshemmenden Eigenschaften eines Mittels für die Desinfectionspraxis einen weit geringeren Werth als die das Leben der Mikroorganismen völlig aufhebenden. Unter Umständen kann sogar, was auch schon von anderen Seiten mehrfach hervorgehoben ist, ein das Wachsthum und die Entwicklung aus den Dauerformen behinderndes Mittel geradezu einen nachtheiligen Effect haben, indem es gewissermassen das, was zerstört werden sollte, conservirt. Immerhin hat das Studium der genannten Eigenschaften für die Hygiene im Allgemeinen ein grosses Interesse, weil manche Fragen derselben, z. B. Conservirung von Nahrungsmitteln, damit in innigstem Zusammenhang stehen. Ich werde deswegen auch einige Ergebnisse der Versuche, welche zwar nicht unmittelbar mit der Desinfection zu thun haben, aber übrigens von Interesse sind, kurz berühren.

Die Versuche sind in gleicher Weise ausgeführt, wie es bei der Carbonsäure ausführlich geschildert ist. Die dabei erhaltenen Werthe können selbstverständlich nicht denselben Anspruch auf Sicherheit und Allgemeingültigkeit machen, wie die in der Tabelle über Tödtung der Milzbrandsporen zusammengestellten. Denn einmal gelten die Resultate nur für Milzbrandbacillen und wir haben schon früher bei den Carbonsäureversuchen gesehen, dass die Milzbrandbacillen in ihrem Verhalten zu einem Desinfectionsmittel von anderen Bacterien erheblich abweichen können. Zweitens macht es einen wesentlichen Unterschied aus, mit was für einer Nährflüssigkeit die Versuche angestellt werden. Ich habe durchweg als für die Milzbrandbacillen am besten geeignet Blutserum oder eine Fleischextract-Peptonlösung genommen. Die Zahlen, welche bei Anwendung dieser Nährflüssigkeiten erhalten wurden, können aber auch nur für dieselben allein oder höchstens noch ganz ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeiten Geltung haben, weil ein anderer Gehalt an Eiweisskörpern, Nährsalzen u. s. w. auf die Wirkung des Desinfectionsmittels vom grössten Einfluss ist. Diese Verhältnisse sind bis jetzt von den Experimentatoren immer noch zu wenig oder gar nicht berücksichtigt und doch sind sie bei der Uebertragung der experimentell gewonnenen Resultate auf die Praxis von der höchsten Bedeutung. Um dies klar zu machen, will ich als Beispiel nur ein Mittel herausgreifen, obgleich sich dasselbe Verhalten bei jedem einzelnen mehr oder weniger wieder findet.

Davaine und nach ihm verschiedene französische Forscher haben gefunden, dass Jod in äusserster Verdünnung Milzbrandbacillen tödtet. Diese Thatsache hatte man in der Weise festgestellt, dass sehr stark mit Wasser verdünntem aber noch eben infectiös wirkendem

Milzbrandblut Jodlösung zugesetzt und dann auf Thiere verimpft wurde. Die Thiere blieben gesund und es wurde mit Recht geschlossen, dass die Milzbrandbacillen durch die mit ihnen in Berührung gekommenen Spuren von Jod getödtet waren. Nun wurde aber ein gewaltiger Sprung gemacht und sofort weiter geschlossen, dass das Jod ebenso im Körper des an Milzbrand erkrankten Menschen oder Thieres die Bacillen tödten und dass dasselbe also ein unfehlbares Mittel gegen Milzbrand sein müsse. Der Versuch wurde gemacht und in der That sind, wie aus der einschlägigen französischen Literatur zu ersehen ist, verschiedene damit behandelte Milzbrandkranke hergestellt. Die Menschheit hätte also eigentlich alle Ursache, über diese geniale Combination, welche die Therapie um eine wichtige Kurmethode bereicherte, erfreut und den Entdeckern dankbar zu sein. Leider zerfließt aber diese vorzügliche Kurmethode vor einer nüchternen Kritik in Nichts. In dem Experiment, welches zur Empfehlung des Jod als Milzbrandmittel geführt hatte, befanden sich die Milzbrandbacillen in einem so verdünntem Blut, dass es fast dem Wasser gleichzusetzen war. In den Gefäßen des menschlichen Körpers kreist aber nicht Wasser, worin das Jod seine Wirkung entfalten könnte, sondern ein an Alcalien, die mit dem Jod sofort feste Verbindungen eingehen, reiches Blut. Wenn nun derselbe Versuch mit Milzbrandbacillen in Blutserum, anstatt Wasser, wiederholt wird, dann ergiebt sich auch sofort ein gewaltiger Unterschied in der Menge des Jod, die zur Behinderung des Wachstums von Milzbrandbacillen nöthig ist, gegenüber der von Davaine angegebenen. Bei meinen Versuchen mit Blutserum hatte Jod in einer Verdünnung von 1 : 7000 noch gar keinen Einfluss auf die Bacillentwicklung und erst bei 1 : 5000 fing das Wachsthum derselben an, etwas langsamer zu werden. Wollte man hier schon den Anfang der zur Heilung eines Milzbrandkranken ausreichenden Dosis annehmen, dann müsste, auf den Körper eines erwachsenen Menschen berechnet*), dem Kranken so viel Jod gegeben werden, dass sich beständig 12 gr in Circulation befinden, was aber unmöglich ist. Es liegen denn auch schon mehrfach spätere Berichte vor, dass mit Jod behandelte Milzbrandkranke gestorben sind, während es andererseits hinreichend bekannt ist, dass eben solche Kranke oft beim Gebrauche anderweitiger Kuren und selbst ohne irgend welche medicamentöse Behandlung auch mit dem Leben davon kamen. Wie wenig übrigens der thierische Organismus bei einer derartigen Betrachtung der ruhenden im Versuchsgefäß befindlichen Nährflüssigkeit, sondern vielmehr einer in beständiger Bewegung und Veränderung sowohl den Parasiten als den parasitentödtenden Mitteln gegenüber sich verhaltenden Masse zu vergleichen ist, lehren in überzeugender Weise noch einige im Weiteren zu berichtende ähnliche Versuche mit Sublimat.

Wenn, wie gesagt, die in meinen Versuchen erhaltenen Werthe zunächst nur für Milzbrandbacillen und nur für die zur Anwendung gekommenen Nährlösungen Geltung haben, so können sie zur Beurtheilung der entwicklungshemmenden Eigenschaften der untersuchten Mittel doch insoweit gebraucht werden, als sich annehmen lässt, dass ein Mittel, welches in einer für die praktische Verwendung nicht zu starken Concentration das Wachsthum der Milzbrandbacillen nicht aufhebt oder wenigstens erheblich zurückhält, dies vermuthlich auch nicht bei anderen pathogenen Bacterien vermag und ganz gewiss nicht bei den erfahrungsgemäss weniger empfindlichen Bacterien der gewöhnlichen Zersetzungs- und Fäulnisprocesse.

Die ersten Versuche wurden mit denjenigen Substanzen gemacht, die sich als die wirksamsten zur Sporentödtung erwiesen hatten. Auch hier stellte sich sofort der bedeutende Einfluss heraus, den die Flüssigkeit, innerhalb welcher das Desinfectionsmittel zu wirken hat, ausübt. Im destillirten Wasser hatten Jod, Brom und Chlor ausserordentlich sicher und schnell auf Sporen gewirkt; im Blut und Fleischextract-Peptonlösung (mit kohlensaurem Kali neutralisirt) traten sie bezüglich ihrer entwicklungshemmenden Eigenschaft weit hinter andere

*) Weil die Milzbrandbacillen beim Menschen mit besonderer Vorliebe im subcutanen Gewebe ihren Sitz haben, darf bei dieser Rechnung nicht etwa das Blut allein berücksichtigt werden.

Mittel zurück. Jod liess (wie schon erwähnt) erst im Verhältniss von 1 : 5000 und Brom bei 1 : 1500 eine merkliche Behinderung im Wachsthum der Bacillen erkennen und ähnlich verhielt sich auch Chlor. Dieselbe Erscheinung wiederholte sich bei der Osmiumsäure. In einer Verdünnung von 1 : 18 000 gab sie der Nährlösung schon einen deutlich bräunlichen Ton und färbte sie bei 1 : 6000 kräftig braun, aber eine Veränderung in der Entwicklung der Milzbrandbacillen war nicht zu bemerken.

Uebermangansäures Kali zeigte die ersten Spuren von Wachstums-Behinderung bei 1 : 3000, vermochte aber bei 1 : 1400 noch nicht die Entwicklung vollständig aufzuheben.

Die einzige Ausnahme in dieser Gruppe machte das Sublimat. Dieses Mittel bewirkte schon in einer Verdünnung von mehr als 1 : 1 000 000 eine merkliche Behinderung des Wachstums der Milzbrandbacillen und hob bei 1 : 300 000 die Entwicklung derselben vollständig auf. Auf die Versuche, welche diese Zahlen ergeben haben, komme ich später noch zurück.

Theilweise ebenso von den gehegten Erwartungen abweichende Resultate ergaben sich bei der Untersuchung einer Reihe anderer Mittel.

Uebertroffen wurde die *a priori* gefasste Meinung bezüglich der entwicklungshemmenden Eigenschaften durch einige Substanzen, die zur Gruppe der ätherischen Oele gehören oder Bestandtheile der letzteren bilden, sowie diesen sich anschliessend durch Allylalkohol. Wegen der Flüchtigkeit dieser Substanzen ist es ziemlich schwierig, annähernd richtige Zahlen über die Grenze der zur Behinderung oder vollständigen Aufhebung des Bacterien-Wachstums erforderlichen Mengen derselben zu gewinnen, und ich glaube nicht, dass mir dies in den wenigen Versuchen, welche darüber ausgeführt werden konnten, vollständig gelungen ist. Um aber eine Anschauung davon zu geben, in welchen minimalen Mengen sie schon zu wirken vermögen, will ich über einige Versuchsreihen ausführlicher berichten.

Unter einer im Innern mit feuchtem Filtrirpapier ausgelegten Glasglocke befanden sich sieben Glasschalen, von denen jede 10 cc Fleischextract-Peptonlösung und in dieser einen Seidenfaden mit anhaftenden Milzbrandsporen enthielten. Sechs Glasschalen erhielten der Reihe nach 1, 2, 4, 6, 8, 12 Tropfen reinen Allylalkohol zugesetzt, die siebente war zur Controle bestimmt, und blieb ohne weiteren Zusatz. Nach dem genau ausgemessenen Gehalt der zum Abzählen der Tropfen dienenden Pipette betrugen die zur Nährlösung zugefügten Mengen 0,02, 0,04, 0,09, 0,13, 0,18, 0,3 cc, in Summa 0,76 cc Allylalkohol. In keinem der Gefässe zeigte sich auch nur eine Spur von Entwicklung der Milzbrandsporen; was aber am auffallendsten war, auch im Controlgefäss wuchs nicht das Geringste. Noch nach vier Tagen hatte sich in keinem Gefässe eine Vegetation von Milzbrandbacillen eingestellt. Es wurden nun die Seidenfäden aus den beiden Gefässen, welche 0,02 und 0,3 cc Allylalkohol, also am wenigsten und am meisten, erhalten hatten, herausgenommen und auf Nährgelatine gelegt, wo sie innerhalb der beiden folgenden Tage zur tüppigsten Entwicklung gelangten. Aus diesem letzteren Experiment liess sich entnehmen, dass der Allylalkohol den Milzbrandsporen an und für sich keinen Schaden zugefügt, sondern sie im wahren Sinne des Wortes nur in ihrer Entwicklung gehemmt hatte. Sobald in dem Tröpfchen allylalkoholhaltiger Nährflüssigkeit, welches dem Seidenfaden anhing, als er auf die Nährgelatine gelegt wurde, der Allylalkohol sich verflüchtigt hatte, ging die Entwicklung der Sporen ungestört von Statten. Es bleibt nur noch zu erklären, warum auch in dem Controlgefässe nichts gewachsen war. In den gleichzeitig unter anderen Glocken aufgestellten, mit derselben Nährflüssigkeit versehenen Controlgefässen hatten sich die Milzbrandsporen in gewöhnlicher Weise entwickelt. Also konnte bei dem Controlgefässe des Allylalkohol-Versuches, welches sich von jenen nur durch das Vorhandensein von sehr geringen durch den Geruch noch eben wahrnehmbaren Dämpfen des Allylalkohols unterschied, der Grund für das Ausbleiben der Sporenentwicklung auch nur in der Wirkung dieser Spuren von Allylalkohol gesucht werden. Die weiteren Versuche bestätigten diese Vermuthung vollständig. Es wurde nämlich in den weiteren Versuchsreihen mit der Allylalkoholdosis herabgegangen. Zunächst

kam statt des reinen Allylkohols eine 5proc. Lösung zur Verwendung, von welcher 0,04, 0,08, 0,16, 0,24, 0,32, 0,4 in die sechs Versuchsgefässe zu der Nährlösung und den Milzbrandsporen gefügt wurde. Auf reinen Allylkohol berechnet, enthalten jene Quantitäten 0,002, 0,004, 0,008, 0,012, 0,016, 0,02, in Summa 0,062 cc Allylkohol, gegen 0,76 cc des vorigen Versuches. Aber auch dieser geringe Zusatz, welcher im Ganzen ungefähr $1\frac{1}{2}$ Tropfen Allylkohol auf 60 cc Nährflüssigkeit beträgt, hatte genügt, um innerhalb vier Tagen keine Entwicklung der Milzbrandsporen und, was gleichfalls bemerkenswerth ist, auch keiner anderen Bakterien aufkommen zu lassen. Die Nährflüssigkeit in dem zur Controle unter derselben Glasglocke aufgestellten und ohne Zusatz von Allylkohol gebliebenen Gefässe war, wie im ersten Versuche, vollkommen steril geblieben. In einem dritten Versuche wurde eine 1proc. Lösung von Allylkohol genommen, die Zusatzflüssigkeit für die sechs im Ganzen 60 cc Nährflüssigkeit haltenden Gefässe enthielt diesmal insgesamt nur 0,01 cc Allylkohol und trotzdem reichte dieselbe aus, um in sämtlichen Versuchs- und im Controlgefässe die Bacillenentwicklung vollständig aufzuheben. Es entzieht sich natürlich jeder Berechnung, wie gross oder vielmehr wie ausserordentlich gering die Allylkohol-Menge war, die durch Verdunstung und Absorption aus den anderen Gefässen in das Controlgefäss gelangen konnte, weil nicht allein dieses letztere, sondern auch die gesammte feuchte Innenfläche der Glocke und der Boden der grossen Glasschale, auf welcher die Glocke ruhte, an der Absorption des verdunsteten Allylkohols Theil nehmen mussten. Durch den Geruch konnte der Allylkohol in den Versuchsgefässen in diesem Falle nicht mehr constatirt werden. Im vierten Versuche musste also noch weniger Allylkohol zugesetzt werden, und es wurde deswegen von einer 1‰ starken Lösung der Reihe nach 0,03, 0,06, 0,1, 0,2, 0,3, 0,6 den einzelnen Gefässen, insgesamt 0,001 Allylkohol zugesetzt. Im Controlgefässe und in den fünf ersten Gefässen war am ersten Tage die Entwicklung der Milzbrandbacillen schwach, wurde aber am zweiten Tage, nachdem durch noch weitere Verdunstung der Allylkohol immer mehr reducirt war, kräftiger. In dem Gefässe, welches 0,6 erhalten hatte, blieb die Entwicklung auch am zweiten Tage erheblich zurück. Schliesslich wurde noch ein Versuch in der Weise angestellt, dass die Nährlösung in lange, enge, mit Watte verschlossene Reagensgläser gefüllt wurde, um einmal den Einfluss des aus den einzelnen Gefässen verdunstenden Allylkohols auf die Nachbargesässe zu vermeiden und die Verdunstung auf ein möglichst geringes Mass zu beschränken. Es kamen in diesem Falle auf die einzelnen Gefässe 0,015, 0,03, 0,06, 0,12, 0,3 cc einer 1‰ Allylkohollösung auf je 10 cc Nährlösung. In den beiden letzten Gläsern waren am ersten Tage die Sporen gar nicht gewachsen, im dritten wenig, in den beiden ersten wuchsen sie in gewöhnlicher Weise. Am zweiten Tage kamen sie in den beiden letzten Gläsern nachträglich noch zu einer geringen Entwicklung, im dritten blieben sie hinter der Entwicklung in den ersten Gläsern erheblich zurück.

Weiter wurden diese Versuche vorläufig nicht fortgesetzt. Man wird noch die Bestimmung der Zahlen für die Entwicklungsbehinderung und Aufhebung bei vollständigem Ausschluss der Verdunstung vermissen. Dieselben mussten, weil die Untersuchung immer praktische Gesichtspunkte im Auge hatte, ein geringes Interesse beanspruchen; bei der praktischen Verwendung würde wohl nur in Ausnahmefällen (vielleicht Conservirung von Nahrungsmitteln in geschlossenen Gefässen) der Verlust durch Verdunstung zu vermeiden sein. Uebrigens ist nicht zu zweifeln, dass unter dieser letzteren Bedingung der Grenzwert für die Aufhebung des Bakterienwachstums bei einer noch viel grösseren Verdünnung des Allylkohols gesucht werden muss. Wollte man diesen Grenzwert aus den vorstehend beschriebenen Versuchen berechnen, dann würde sich dazu nur der letzte eignen, weil in diesem der Einfluss der stärkeren Lösungen auf die schwächeren ausgeschlossen blieb. Es trat in diesem Versuche bei einem Zusatze von 0,06 der 1‰ Lösung schon eine erhebliche Wachstumsbehinderung ein, so dass, in der gewöhnlichen Weise berechnet, der Allylkohol diese Wirkung bei einer Verdünnung von 1 : 167 000 äussert.

Dieselbe Erscheinung wiederholt sich, wenn den Nährlösungen Senf-Oel zugesetzt wird. Auch die geringsten Spuren des verdunsteten Senf-Oels halten ebenso und in noch höherem Masse, wie es beim Allylalkohol der Fall ist, die Entwicklung in den zugleich mit den anderen Gefässen unter der Glasglocke befindlichen Controlgefässen auf. Aus einem ebensolchen Versuche, wie soeben vom Allylalkohole beschrieben wurde, erhielt ich folgende Werthe. Eine auffallende Behinderung des Wachstums tritt bei einer Verdünnung des Senf-Oels von 1:330 000 und die vollständige Aufhebung bei 1:33 000 ein. Die bedeutende antiseptische Eigenschaft des Senf-Oels könnte gewiss mit Vortheil zur Nahrungsmittelconservirung und für passende Verhältnisse auch therapeutisch verwerthet werden.

In sehr starken Verdünnungen wirken dann noch: Thymol, nämlich Anfang der Behinderung bei 1:80 000 (wenn ich den für Carbonsäure gefundenen entsprechenden Werth von 1:1250 hiermit vergleiche, dann scheint mir die in der Neuzeit allgemein übliche Bezeichnung des Thymols als eines Antisepticum der Toilette, seiner Wirksamkeit nach zu urtheilen, eine sehr unzureichende).

Pfeffermünz-Oel, Anfang der Behinderung bei 1:33 000

Terpentin-Oel, " " " " 1:75 000

Unter den ätherischen Oelen wird man bei weiterem Nachforschen unzweifelhaft noch weitere stark antiseptisch wirkende Mittel finden. Dass sie nicht alle diese Eigenschaft in gleich hohem Masse besitzen, beweisen einige Versuche, die ich noch mit Nelkenöl anstellte. Letzteres zeigt eine merkliche Behinderung des Milzbrandbacillenwachstums erst in einer Verdünnung von 1:5000; immerhin noch eine erhebliche Wirksamkeit, aber doch nicht im Verhältniss zu derjenigen von Senf-Oel, Thymol und Pfeffermünz-Oel.

Von anderen Körpern, die in stärkerer Verdünnung wirken, habe ich zu nennen:

Arsenigsäures Kali; welches schon im Verhältniss von 1:100 000 auf das Wachsthum behindernd einwirkt, aber erst bei 1:10 000 dasselbe ganz aufhebt.

Chromsäure: Behinderung bei 1:10 000; Aufhebung bei 1:5000.

Pikrinsäure: Behinderung bei 1:10 000; Aufhebung war bei 1:5000 noch nicht erreicht.

Blausäure: Behinderung bei 1:40 000; Aufhebung bei 1:8000.

Mit der Carbonsäure ziemlich auf derselben Stufe stehen:

Borsäure: Behinderung bei 1:1250; Aufhebung bei 1:800.

Borax: Behinderung bei 1:2000; Aufhebung bei 1:700.

Salzsäure: Behinderung bei 1:2500; Aufhebung bei 1:1700.

Salicylsäure: Behinderung bei 1:3300; Aufhebung bei 1:1500.

Benzoësäure: Behinderung bei 1:2000.

Kampher: Behinderung bei 1:2500; Aufhebung bei 1:1250 noch nicht erreicht.

Eucalyptol: Behinderung bei 1:2500; Aufhebung bei 1:1000 noch nicht erreicht.

Einige Beobachtungen, die zufällig bei Bacterienculturen gemacht waren, liessen vermuthen, dass gewisse Fettsäuren einen erheblich hemmenden Einfluss auf das Bacterienwachsthum ausüben. Es wurden deswegen Versuche mit einigen Fettsäuren angestellt, von denen ich nur erwähnen will, dass Buttersäure in einer Verdünnung von 1:3000 noch gar keine Störung in der Milzbrandbacillen-Entwicklung hervorrief, ebenso Oläinsäure noch nicht bei 1:2000. Dennoch ist die Thatsache, dass Kaliseife bei 1:5000 schon eine Behinderung und bei 1:1000 vollständige Aufhebung der Entwicklung bewirkt, während Kali für sich ungefähr achtmal niedrigere Grenzwerte aufweist, kaum anders zu erklären, als dass gewisse Bestandtheile der Kaliseife, höchstwahrscheinlich die eine oder andere Fettsäure, ein ziemlich bedeutendes Behinderungsvermögen für die Entwicklung der Milzbrandbacillen besitzt.

Eine nicht geringe Zahl der versuchten Körper bewirkt in der Nährlösung Niederschläge. Die in diesem Falle erhaltenen Zahlen können nicht unmittelbar als Ausdruck des Hemmungswerthes gelten, weil sie zum grossen Theile von der durch Ausfällung einzelner Bestandtheile der Nährlösung (meistens der Albuminate) veranlassten Herabsetzung des Nährwerthes dieser Flüssigkeit bedingt sind. Ein charakteristisches Beispiel bieten hierfür die Schwefelalkalien:

Schwefelnatrium erzeugt keinen Niederschlag und bewirkt eine Behinderung des Bacillenwachstums noch nicht bei einer Verdünnung von 1:250.

Schwefelcalcium macht einen geringen Niederschlag und behindert bei 1:350.

Schwefelkalium giebt starken voluminösen Niederschlag und behindert schon bei 1:2000.

Zu den Substanzen, über welche wegen Bildung von Niederschlägen keine massgebenden Zahlen zu erlangen waren, gehören Chlorkalk, Alaun, Eisenvitriol, Zinkvitriol, essigsaures Bleioxyd.

Ein besonderes Interesse beanspruchen noch folgende Mittel, denen gewöhnlich bedeutende antiseptische, d. h. entwicklungshemmende Eigenschaften zugeschrieben werden.

Chinin behindert die Entwicklung der Milzbrandbacillen in merklichem Masse bei einer Verdünnung von 1:830 und hebt sie vollkommen auf bei 1:625. Dies sind im Verhältnisse zu anderen Substanzen sehr niedrige Zahlen. Aber sie stimmen ziemlich gut mit dem Resultate, welches von Moczutkowsky*) erhalten wurde, als er versuchte, Recurrensspirochäten im Blute durch Chinin zu tödten. Er fand, dass hierzu Chinin im Verhältniss von 1:500 (0,2 pCt.) erforderlich ist, und berechnete danach die Dosis Chinin, welche einem Recurrensspirochäten verabfolgt werden müsste, um die Recurrensspirochäten in seinem Blute zu vernichten auf 12 bis 16 g. Wollte man Chinin innerlich reichen in der Absicht, auf die Milzbrandbacillen in einem Karbunkel zu wirken, dann wäre das dreizehnfache der obigen Zahl zu nehmen, weil sie dann nicht mehr allein für die Blutmasse, sondern für die Gesamtmasse des Körpers berechnet werden muss. Derartige Berechnungen sind gewiss keine müssige Spielereien, denn sie zeigen, wie vorsichtig man in der Empfehlung eines angeblich antiseptisch wirkenden Mittels zu therapeutischen Zwecken sein soll. Von einem Mittel, welches das Bacterienwachsthum in dem auf ungefähr 5000 g zu berechnenden Blute eines erwachsenen Menschen verhindern soll, muss vorerst festgestellt sein, dass eine die Maximaldosis nicht überschreitende Menge desselben hinreicht, um 5000 g Blut oder ebensoviel von einer ähnlich zusammengesetzten Nährflüssigkeit längere Zeit in bacterienfreiem Zustande zu erhalten. Damit wäre aber nur erst eine allgemeine Andeutung über die Möglichkeit gewonnen, dass das fragliche Mittel die gewünschte Wirkung äussern wird, welche noch durch die weiteren Untersuchungen über die Resorptionsfähigkeit und die Verluste durch Ausscheidung zu ergänzen ist. Wenn namentlich die letzterwähnten Faktoren in Rechnung gezogen werden, scheint nur für solche Mittel, die ganz aussergewöhnliche antiseptische Eigenschaften haben, Aussicht vorhanden zu sein, das Gesamtblut bacterienfrei erhalten zu können. Günstiger liegen die Verhältnisse für eine local beschränkte Anwendung antiseptischer Mittel.

Chloralhydrat, welches gleichfalls starke antiseptische Wirkung besitzen soll, behindert das Wachsthum der Milzbrandbacillen allerdings schon in einer Verdünnung von 1:1000, hebt es aber selbst bei 1:400 noch nicht vollständig auf.

Zimmtsäure zeigte in einer Verdünnung von 1:1000 noch gar keinen nachtheiligen Einfluss auf das Wachsthum der Bacillen.

Chlorsaures Kali fängt bei 1:250 an, das Wachsthum zu behindern, hat also eine verhältnissmässig sehr geringe antiseptische Wirkung.

*) Deutsche med. Wochenschrift, 1879 No. 50.

Auf derselben Stufe stehen Essigsäure und roher Holzeßig, welche ebenfalls in einer Verdünnung von 1:250 anfangen, die Entwicklung etwas zurückzuhalten.

Noch niedriger steht das benzoësaure Natron, das vielgerühmte bacterientödtende Mittel, welches erst bei 1:200 die Entwicklung der Milzbrandbacillen eben merklich abschwächt.

Alkohol behindert das Wachsthum bei 1:100, hebt es aber erst bei 1:12,5 völlig auf.

Aceton liess in einer Verdünnung von 1:50 noch keinen Einfluss erkennen.

Kochsalz behinderte das Wachsthum der Milzbrandbacillen bei 1:64, hob es aber bei 1:24 noch nicht vollkommen auf.

Blickt man auf die beiden Versuchsreihen, welche die allgemeine Orientirung über den Desinfectionswerth möglichst vieler sogenannter Desinfectionsmittel zum Zweck hatten, zurück, so wird man finden, dass die Ausbeute an Material, welches sich für Desinfectionszwecke verwerthen lässt, eine sehr geringe ist.

Wenn der Unterschied zwischen den eigentlichen Desinfectionsmitteln, d. h. solchen, die vollständig vernichtend auf die Mikroorganismen einwirken, und den antiseptisch wirkenden, d. h. nur mit entwicklungshemmenden Eigenschaften versehenen Mitteln, streng eingehalten wird, dann haben sich bei meinen Untersuchungen als Desinfectionsmittel, an deren praktische Verwendung gedacht werden kann, nur Chlor, Brom und Sublimat bewährt und als mit hervorragenden entwicklungshemmenden Eigenschaften begabt wieder Sublimat und daneben noch einige ätherische Oele, Thymol und Allylalkohol.

Es bliebe nur noch zu untersuchen, inwieweit diese Mittel und für welche besonderen Fälle dieselben den Zwecken der Desinfection dienstbar zu machen sind. Es ist mir bislang nicht möglich gewesen, in dieser Richtung auch nur annähernd erschöpfende Untersuchungen anzustellen und ich behalte mir dieselben für spätere Zeit vor. Nur über einige mit Brom und Sublimat ausgeführte Versuche, die zum Theil sehr wichtige Resultate gegeben haben, will ich noch berichten.

Brom ist zur Desinfection sowohl in Wasser gelöst, als in Gasform benutzt. In dem Versuche, in welchem das Brom die Milzbrandsporen getödtet hatte, befand es sich in einer 2proc. starken wässrigen Lösung. Um nun theils einen Vergleich mit den anderen Mitteln derselben Gruppe zu haben, theils zu sehen, wie diese Mittel in gasförmiger Gestalt wirken und ob sie auf die Bacillensporen der Erde ebenso kräftig wirken wie auf die Milzbrandsporen, wurde folgender Versuch gemacht:

Reagensgläser wurden zum vierten Theile mit 2proc. Brom (in Wasser), frisch制备tem Chlorwasser, 2proc. Jod (in Alkohol) gefüllt. Einige Centimeter oberhalb der Flüssigkeit befanden sich in Filtrirpapier eingewickelt und an einem Faden aufgehängt sporenhaltige Erde und an Seidenfaden angetrocknete Milzbrandsporen. Die Gläser waren durch einen Kork verschlossen. In bestimmten Zeiträumen wurde aus jedem Glase eine Probe genommen und auf Nährgelatine bezüglich der Entwicklungsfähigkeit der in ihr enthaltenen Sporen geprüft. Die nachstehende Tabelle enthält das Resultat dieses Versuches.

Dämpfe vom:	Zeit des Aufenthaltes der Desinfectionsproben in den Reagensgläsern (nach Tagen).					
Brom 2% (in Wasser)	M.-B.	<u>1</u>	<u>2</u>			
	E.	<u>1</u>	<u>2</u>			
Chlor-Wasser (frisch bereitet)	M.-B.	1	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>12</u>
	E.	1	2	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>12</u>
Jod 2% (in Alkohol)	M.-B.	1	2	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>12</u>
	E.	1	2	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>12</u>

M.-B. = Milzbrandsporen

E. = Bacillensporen in der Erde

Die doppelt unterstrichenen Zahlen geben, ebenso wie in den früheren Tabellen, diejenigen Tage an, an denen die Sporen nicht entwicklungsfähig gefunden wurden.

Dieser Versuch lehrt, dass Brom in gasförmiger Gestalt die Sporen ebenso wie in wässriger Lösung schon nach 24 Stunden tödtet, während Chlor hinter dieser Leistung etwas und Jod ziemlich weit zurückbleibt. Es hat diese Thatsache insofern eine Bedeutung, als bei der Unzuverlässigkeit der schwefligen Säure es nothwendig sein wird, in Zukunft überall da, wo Desinfection von geschlossenen Räumen die Anwendung gasförmiger Mittel erfordert, auf das in der Neuzeit fast ganz verlassene Chlor oder Brom zurückzugreifen und da ist es gewiss von Interesse, zu wissen, welches von diesen beiden Mitteln das wirksamere ist. Nach dem Resultate des obigen Experimentes würde Brom vorzuziehen sein und ich zweifle auch nicht, dass Brom und mehr oder weniger auch Chlor sich bei Versuchen im Grossen zur Desinfection von geschlossenen Räumen bewähren wird.

Damit wäre den Aufgaben der Desinfection nach einer Seite hin wenigstens genügt. Auch eine andere Abtheilung derselben, nämlich die Desinfection von transportablen, nicht zu umfangreichen Gegenständen, wie Wäsche, Betten u. s. w. scheint durch die Anwendung der feuchten Wärme, wie unsere in einer anderen Arbeit dargelegten Versuche ergeben, ihre Lösung zu finden. Es bleibt dann aber noch eine Kategorie von Desinfectionsobjecten, die zu gross sind, um durch Hitze oder in geschlossenen Räumen desinficirt werden zu können, wie z. B. Eisenbahnwagen, und da fragt es sich, ob nicht auch für diese das Brom in Wasser gelöst ein zuverlässiges Desinfectionsmittel abgeben könnte. Folgender Versuch sollte darüber Auskunft geben. Auf ein glatt gehobeltes hartes Brett wurden Seidenfäden mit Milzbrandsporen gelegt und mit einer 2proc. Bromlösung übergossen, so dass die Flüssigkeit darüber stehen blieb und ungefähr nach einer halben Stunde wieder verdunstet war. Nachdem dies einmal geschehen war, zeigte die von dem auf Nährgelatine gelegten Seidenfaden ausgehende Milzbrandvegetation sehr grosse Lücken und diejenigen Fäden, welche zweimal oder öfter übergossen waren, ergaben keine Milzbrandentwicklung mehr. Danach schien allerdings Aussicht vorhanden zu sein, dass das Brom in Lösung für den gedachten Zweck verworther werden könne. Doch war noch zu bedenken, dass die Desinfection nur in Form von Waschung oder Besprengung des Gegenstandes vorgenommen werden kann und dass in diesem Falle die Bromlösung mit demselben nicht so lange, wie in dem eben beschriebenen Versuche, in Berührung bleiben, sondern viel schneller verdunsten würde, also auch eine geringere Wirkung haben müsste. In Berücksichtigung dessen wurde noch folgender Versuch gemacht. Es wurden rauhe Bretter von leichtem Holz genommen, darauf die sporenhaltigen Desinfectionsproben gelegt und nun die Bromlösung durch einen Spray-Apparat, an dem das verbrauchte Flüssigkeitsquantum abzulesen war, so darüber ausgebreitet, dass die Oberfläche des Brettes und die Proben gründlich durchnässt, aber nach wenigen Minuten wieder trocken waren. Es wurden zu gleicher Zeit verschieden starke Bromlösungen versucht. Die nachstehende Tabelle lässt das Resultat dieses Versuches erkennen. Das Zeichen + bedeutet, dass die Milzbrandsporen zur Entwicklung kamen und das Zeichen —, dass sie getödtet waren.

Mit Brom in Wasser gelöst	wurden die Desinfectionsproben besprengt				
	1mal	2mal	3mal	4mal	
0,05 pCt.	+	+	+	+	
0,5 pCt.	+	+	+	+	
1 pCt.	+	+	+	+)*)	*) Die Entwicklung der Sporen zeigt Lücken.
2 pCt.	+	+	+	+)*)	*) Die Sporen sind nur an vereinzelten Stellen zur Entwicklung gekommen.
4 pCt. (concentrirte Lösung)	+	+	+	—	

Unter diesen den Verhältnissen der Desinfectionspraxis möglichst angepassten Versuchsbedingungen ist die Wirkung der Bromlösung eine erheblich geringere als sich beim ersten Versuch ergeben hatte. Nach jenem Experimente schien es so, als liesse sich durch einmaliges reichliches Anfeuchten oder Durchnässen mit der Bromlösung schon eine vollständige Desinfection erreichen. Der zweite Versuch beweist aber, dass das nicht der Fall ist und dass eine concentrirte Bromlösung viermal auf das Object gebracht werden muss, wenn alle Keime getödtet sein sollen. Dadurch wird es aber auch sofort wieder sehr fraglich, ob unter solchen erschwerenden Bedingungen noch an eine praktische Verwendung der Bromlösung gedacht werden kann. Nicht allein, dass erheblich mehr Zeit von der Desinfection in Anspruch genommen wird, sondern vor allen Dingen werden die Desinfectionskosten unverhältnissmässig gesteigert. Es waren bei dem zweiten Versuche jedesmal 10 cc der Bromlösung auf 600 qcm der zu desinficirenden Fläche gekommen, für die 4 pCt. Bromlösung berechnet würden bei einer einmaligen Anwendung des Desinfectionsmittels 6 gr Brom erforderlich sein, um eine 1 qm grosse Fläche zu desinficiren. Auf einen bestimmten Fall angewendet, z. B. auf einen Eisenbahnwagen, dessen Aussen- und Innenfläche ungefähr 100 qm betragen mag, stellen sich die Desinfectionskosten unter den angenommenen Verhältnissen und nach dem zur Zeit geltenden Preise des Brom für einmalige Application des Mittels auf 5 Mark. Das würde schon eine recht kostspielige Desinfection abgeben; wenn aber diese Kosten auf das Vierfache oder, im Falle die Desinfection recht gründlich und sicher ausgeführt werden soll, auf das Fünffache erhöht und ausserdem die Arbeitspreise dazu gerechnet werden müssen, dann überschreiten doch wohl die für die Desinfection erwachsenden Unkosten das zulässige Mass ganz erheblich.

Suchen wir nun aber nach einem anderen Mittel für die so viel Schwierigkeiten bietende Desinfection von Gegenständen, denen nicht mit Hitze oder mit gasförmigen Desinfectionsmitteln beizukommen ist, dann bleibt nur noch allein das Sublimat übrig. Eigentlich ist es zu verwundern, dass die ganz bedeutenden desinficirenden Wirkungen des Sublimats, des einzigen Mittels, über dessen Wirkung alle Autoren einig sind und das von allen an die Spitze der von ihnen untersuchten Substanzen gesetzt wurde, bis jetzt noch keine entsprechende Verwerthung gefunden haben. Der Grund hierfür scheint mir nur darin zu liegen, dass man einerseits sich in dem trügerischen Glauben befand, an Carbolsäure, schwefliger Säure, Chlorzink u. s. w. schon sichere Desinfectionsmittel zu besitzen und andererseits sich durch die giftigen Eigenschaften des Sublimats von seiner praktischen Verwendung abschrecken liess. Nachdem sich aber herausgestellt hat, dass jene Mittel unsicher oder gar nicht wirken, bleibt nichts weiter übrig, als diese sicher wirkende Quecksilberverbindung ins Auge zu fassen und zu versuchen, ob dieselbe nicht wenigstens für solche Fälle, in denen von ihren giftigen Eigenschaften nichts zu fürchten ist, zu verwenden und ob es ferner nicht möglich ist, die Anwendung dieses Desinfectionsmittels so einzurichten, dass jede Gefahr vermieden wird oder ferner, ob nicht vielleicht andere weniger giftige Quecksilberverbindungen an Stelle des Sublimats gesetzt werden könnten.

Die Versuche, welche mit einer Anzahl von Desinfectionsmitteln zur Tödtung von Milzbrandsporen angestellt waren, hatten ergeben, dass nur sehr wenige ihre Aufgabe innerhalb eines Tages erfüllt hatten. Zu diesen gehörte eine 1 proc. Sublimatlösung. Es kam also zunächst darauf an, zu erfahren, ob dies schon die Grenze der Leistung sei, und es wurden zu diesem Zwecke folgende Versuche und zwar aus den oben erörterten Gründen vergleichsweise neben dem Sublimate noch mit anderen wasserlöslichen Quecksilberverbindungen angestellt. In Reagensgläsern befanden sich 1 pCt. starke Lösungen von Sublimat, salpetersaurem Quecksilberoxyd und schwefelsaurem Quecksilberoxyd, die beiden letzteren mit einem entsprechenden Zusatze von Salpetersäure resp. Schwefelsäure. In die Lösungen wurden Seidenfäden mit Milzbrandsporen gelegt und nach 24 Stunden untersucht. Die Milzbrandsporen waren in allen drei Lösungen nach dieser Zeit abgestorben. Darauf wurden von Neuem Fäden eingelegt und schon nach 5 Stunden untersucht. Auch in diesem Versuche

hatten die drei Quecksilberverbindungen gleichmässig vernichtend auf die Sporen gewirkt. Nun wurden schwächere, nur 1 ‰ starke Lösungen genommen. Milzbrandsporen, welche 24 Stunden in denselben gelegen hatten, waren getödtet; ebenso nach 5 Stunden. Schliesslich wurde die Zeit der Einwirkung immer mehr abgekürzt, auf 1 Stunde, 40 Minuten, 20 Minuten, 10 Minuten, stets mit demselben Resultate, dass in den Lösungen die Proben vollkommen desinficirt wurden. Es blieb nun noch die schwierigste und entscheidende Aufgabe für die Desinfectionsmittel zu lösen übrig, ob sie nämlich schon bei einmaligem Anfeuchten die Milzbrandsporen und die in den meisten Fällen noch etwas widerstandsfähigeren Bacillensporen der Erde zu bewältigen vermöchten. Zu diesem Versuche wurden in der schon mehrfach geschilderten Weise die milzbrandsporenhaltigen Seidenfäden und sporenhaltige Erde auf Brettern ausgebreitet und mit dem Sprayapparate eine gerade zur vollständigen Anfeuchtung ausreichende Menge der 1 ‰ starken Lösungen von Sublimat, salpetersaurem und schwefelsaurem Quecksilberoxyd ausgesprengt. Nach wenigen Minuten waren die Objecte wieder getrocknet und kamen dann auf die Nährgelatine. Es ergab sich dann, dass die Milzbrandsporen von allen drei Lösungen getödtet waren, dagegen war die Entwicklungsfähigkeit der Bacillensporen in der Erde nur durch die Sublimatlösung vollkommen vernichtet, aus der mit schwefelsaurem Quecksilberoxyd behandelten Erde kamen noch mehrere Bacillencolonien und aus der mit salpetersaurem Quecksilberoxyd besprengten ziemlich viele solcher Colonien zur Entwicklung. Um ganz sicher zu gehen, dass nicht etwa die Entwicklung der Milzbrandsporen durch die dem Faden anhängende Sublimatlösung auf der Nährgelatine zurückgehalten werde, wurde der Versuch wiederholt und dabei die Fäden, bevor sie auf die Nährgelatine kamen, abgespült; ferner wurden einigen Mäusen so behandelte Fäden unter die Rückenhaut gebracht. Aber das Resultat blieb dasselbe, die abgespülten Fäden kamen nicht zur Entwicklung und die Mäuse blieben gesund. In diesem letzten Versuche hatte sich das Sublimat den beiden anderen Quecksilberverbindungen schliesslich doch noch überlegen gezeigt.

Aus diesem Grunde wurden die folgenden Versuche, welche zum Zwecke hatten, die Grenze der sporentödtenden Wirkung zu finden, allein mit Sublimatlösungen angestellt.

Es kamen hierbei zur Verwendung Lösungen welche einen Theil Sublimat in 1000, 2000, 5000, 10 000, 20 000, 50 000, 100 000, 200 000 Wasser enthielten.

Zuerst wurden Milzbrandsporen 5 bis 60 Minuten lang in Lösungen von 1 : 1000 bis 1 : 10 000 gelegt; dann in Alkohol abgespült und auf Nährgelatine gebracht. Keine einzige von diesen Proben kam zur Entwicklung. Danach wurden schwächere Lösungen versucht, 1 : 20 000 bis 1 : 200 000. Bei 1 : 20 000 genügten noch 10 Minuten, um die Sporen, auch nachdem sie mit Alkohol abgespült waren, auf Nährgelatine nicht mehr zur Entwicklung kommen zu lassen. Bei 1 : 50 000 und den noch schwächeren Lösungen konnte (bei derselben nachträglichen Behandlung mit Alkohol) selbst bei 60 Minuten langem Einlegen der Sporen keine nachtheilige Wirkung des Sublimats an denselben mehr beobachtet werden, sie entwickelten sich eben so schnell und kräftig wie die nicht mit Sublimat behandelten Controlobjecte. Die Grenze der Wirkung des Sublimats scheint also den Milzbrandsporen gegenüber zwischen 20 000 und 50 000facher Verdünnung zu liegen. Indessen lässt ein anderer Versuch darauf schliessen, dass wahrscheinlich die Beschaffenheit der Objecte einen Einfluss auf diese Zahl insofern hat, dass bei sehr kurz dauernder Befeuchtung mit der Sublimatlösung nicht alle Theile des Objectes gleichmässig beeinflusst werden, in Folge dessen Unregelmässigkeiten eintreten und der für die Wirksamkeit gefundene Grenzwert schwankend wird. Die Versuche, welche mich zu dieser Ansicht führten, sind folgende.

Ein mit Milzbrandsporen imprägnirter Seidenfaden befand sich 10 Minuten lang in einer Lösung von Sublimat, welche 1 Theil auf 10 000 enthielt, wurde dann in Alkohol längere Zeit ausgewaschen und schliesslich einer Maus unter die Rückenhaut gebracht. In gleicher Weise wurde ein sporenhaltiger Faden mit 1 : 20 000 und einer mit 1 : 50 000-haltiger Sublimatlösung behandelt und je einer Maus beigebracht. Alle drei Mäuse starben

an Milzbrand und zwar diejenige, welche den Faden aus der 1:50 000 Lösung erhalten hatte, am folgenden Tage, also ebenso schnell, als wenn sie mit frischer Milzbrandsubstanz geimpft gewesen wäre, die zweite (1:20 000) am 4. und die erste (1:10 000) am fünften Tage. Bei diesen letzten beiden Thieren ist das Incubationsstadium ganz aussergewöhnlich verlängert und es lässt sich kaum anders annehmen, als dass durch die Sublimatlösung nicht allein eine theilweise Vernichtung der Sporen, sondern auch eine derartige Einwirkung auf die noch nicht vollständig getödteten Sporen eintritt, dass dieselben verspätet zur Keimung gelangen. Wie man sich diese letztere Wirkung vorzustellen hat, darüber fehlt mir vorläufig jeder Anhaltspunkt. Als dasselbe Experiment nur mit dem Unterschiede wiederholt wurde, dass die Milzbrandsporen, anstatt 10 Minuten, eine Stunde in der Sublimatlösung blieben, änderte sich das Resultat dahin, dass die erste Maus (1:10 000) am Leben blieb, die zweite (1:20 000) in der Nacht vom 3. zum 4. Tage, nachdem der Seidenfaden unter die Haut gebracht war, an regelrechtem Milzbrand und die dritte (1:50 000) nach 40 Stunden ebenfalls an Milzbrand starb. Also auch hier wieder eine unverkennbare Verzögerung selbst bei der dritten (1:50 000) Maus.

Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass bei einer nur wenige Minuten dauernden Wirkung des Sublimats, also bei einer beispielsweise nur ein oder zweimal wiederholten Anfeuchtung des Objectes eine sichere Wirkung noch mit 1:5000 starken Lösungen erzielt wird, während bei längerer Dauer der Einwirkung die Desinfection erst bei einer Verdünnung von 1:20 000 anfängt unsicher zu werden.

Dass eine einmalige Anfeuchtung mit einer 1:5000 starken Sublimatlösung auch noch andere Sporen als die Milzbrandsporen sicher tödten kann, beweist folgender Versuch.

In der früher schon erwähnten Weise wurden Proben von sporenhaltiger Erde, welche auf einem Brette ausgebreitet waren, mit Lösungen von 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:20 000, 1:50 000, 1:100 000 Sublimatgehalt vermittelst eines Spray-Apparates angefeuchtet und nach dem Trocknen auf Nährgelatine gebracht. In den mit den Lösungen 1:1000, 1:2000, 1:5000 behandelten Proben kam nicht das Geringste zur Entwicklung, in der mit 1:10 000 behandelten wuchsen einige Pilzmycelien, in der mit 1:20 000 vereinzelt Bacillencolonien und in der mit 1:50 000 und den schwächeren Lösungen behandelten kamen ebenso zahlreiche Bacillencolonien zur Entwicklung, wie in den Controlpräparaten.

Sublimat ist also das einzige von allen bekannten Desinfectionsmitteln, welches die für die Desinfectionspraxis so überaus wichtige Eigenschaft besitzt, ohne dass eine besondere Vorbereitung der Objecte durch Befeuchtung u. s. w. erforderlich wäre, schon durch eine einmalige Application einer sehr verdünnten (1:1000) Lösung und in wenigen Minuten alle, auch die widerstandsfähigsten Keime der Mikroorganismen zu tödten. Selbst bei einer Verdünnung von 1:5000 würde meistens noch eine einmalige Anfeuchtung genügen. Seiner Verwendung im Grossen würden nur noch die giftigen Eigenschaften entgegenstehen. Aber hier kommt gerade der Umstand, dass die Wirkung des Sublimats eine so überaus schnelle und sichere ist, zu Hülfe. Es ist nämlich nicht erforderlich, das Desinfectionsmittel auf dem Gegenstande dauernd zu belassen, sondern es kann nach kurzer Zeit — etwa nach einer Viertel- oder halben Stunde — durch reichliche Spülung mit Wasser wieder entfernt werden. Geringe Mengen des Sublimats würden unzweifelhaft auch dann noch zurückbleiben, die aber in Anbetracht der Desinfectionsobjecte, um die es sich handelt, absolut keine Gefahr für die nur vorübergehend damit in Berührung kommenden Menschen und Thiere bringen können. Immerhin würden die anderen weniger giftigen Quecksilberverbindungen, die dem Sublimat in der Desinfectionswirkung sehr nahe kommen, wenigstens für solche Verhältnisse, in denen die nachträgliche Wiederbeseitigung des Desinfectionsmittels nicht in ausgiebiger Weise zu ermöglichen ist, ebenfalls Berücksichtigung verdienen. Bei Verwendung dieser letzteren würde dann eine einmalige Application nicht mehr genügen, die Befeuchtung mit der Lösung des Desinfectionsmittels müsste zwei bis drei Mal vorgenommen werden, was natürlich auch die Kosten der Desinfection entsprechend erhöhen würde. Wie gering sich

übrigens die Kosten einer Desinfection mit Sublimat stellen würden, kann ein einfaches Beispiel erläutern.

Zur Desinfection des Kielraumes eines Schiffes kann man nach dem, was über die Wirksamkeit resp. Unwirksamkeit der Desinfectionsmittel zur Zeit bekannt ist, nicht mehr Chlorzink, schweflige Säure, Eisenvitriol und dergleichen verwenden, sondern es bleibt nur Carbolsäure oder Sublimat übrig. Die Carbolsäure müsste in mindestens 5proc. Lösung genommen und 48 Stunden im Kielraum belassen werden, vom Sublimat dagegen eine 1‰ Lösung (vgl. S. 279), die nach ganz kurzer Zeit wieder entfernt werden könnte. Uebrigens könnte gerade für diesen Fall eben so gut eine andere Quecksilberverbindung, z. B. schwefelsaures Quecksilberoxyd zur Anwendung kommen, weil es hier ziemlich gleichgültig ist, ob die Lösung wenige Minuten oder einige Stunden im Kielraume bleibt. Nach der Desinfectionsanleitung für amerikanische Schiffe sollen 100 Gallonen Desinfectionsflüssigkeit nach Entfernung des Bilgewassers in den Kielraum gebracht werden. 100 Gallonen entsprechen 450 Litern oder in runder Summe 500 Litern. Soll nun die Desinfectionsflüssigkeit durch Zusatz von Carbolsäure hergestellt werden, dann erfordert sie 25 Kilo Carbolsäure, welche, auf rohe Carbolsäure von 90 pCt. Gehalt berechnet, ungefähr 30 Mark kosten würden. Vom Sublimat oder schwefelsaurem Quecksilberoxyd würde $\frac{1}{2}$ Kilo nothwendig sein, welches 3 Mark vom ersteren, 2,8 Mark vom letzteren, also ungefähr zehnmal weniger als die erforderliche Carbolsäure kosten würde.

Wenn ich hier von einer Anwendung von Quecksilberpräparaten zur Kielraumdesinfection spreche, könnte man mir entgegenhalten, dass es doch recht bedenklich sei, in den Schiffsraum grössere Mengen von Quecksilber zu bringen, und könnte dabei an den von Eulenberg *) citirten Fall des Kriegsschiffes „Triumph“ erinnern, welches von einem gescheiterten Schiffe 130 Kisten mit Quecksilberbeuteln aufnahm und an dessen Bord, als aus den verfaulten Lederbeuteln das Quecksilber in den Schiffsraum ausfloss, binnen drei Wochen 200 Mann an Speichelfluss erkrankten. Dieser Fall scheint mir aber mehr für als gegen die Desinfection mit Quecksilberpräparaten zu sprechen, denn er zeigt, welche gewaltige Mengen von Quecksilber, gewiss waren es Hunderte von Centnern, sich im Schiffsraume frei und verdunstungsfähig befinden müssen, um eine Gesundheitsbeschädigung der Schiffsmannschaft herbeizuführen. Für die praktische Verwendung des Sublimats zur Desinfection würde ebenso, wie bei allen anderen Desinfectionsmitteln, wohl zu beachten sein, dass die durch meine Versuche gefundenen Zahlen, welche die Grenze der desinficirenden Wirkung angeben, sich auf solche Verhältnisse beziehen, in denen die in der Lösung befindliche Menge des Desinfectionsmittels unverkürzt zur Geltung kommen muss. Andere Verhältnisse werden auch andere Concentrationen der Desinfectionsmittel erfordern. Namentlich wird dies der Fall sein, wenn Flüssigkeiten mit Sublimat desinficirt werden sollten, welche reich an Eiweisskörpern oder an Schwefelwasserstoff und anderen mit Quecksilbersalzen unlösliche Verbindungen eingehenden Stoffen sind. Als Massstab, um auch für diese complicirteren Verhältnisse ein Urtheil über die perfect gewordene Desinfection zu gewinnen, kann gelten, dass der zu desinficirenden Flüssigkeit soviel Sublimat zuzusetzen ist, bis sie mindestens 1:5000 freies Sublimat in Lösung besitzt, weil nach den vorliegenden Versuchsergebnissen bei diesem Sublimatgehalt die Vernichtung aller Mikroorganismen und ihrer Keime ganz gesichert ist. Ob die mit Sublimat versetzte Flüssigkeit in Wirklichkeit einen Gehalt von 1:5000 Sublimat in Lösung besitzt, lässt sich sehr leicht durch das Eintauchen eines mit Schmirgelpapier blank geputzten Streifchens von Kupferblech feststellen. Aus mehreren zu diesem Zwecke angestellten Versuchsreihen ergab sich nämlich, dass ein in der angegebenen Weise präparirter Kupferstreifen in einer sublimathaltigen Flüssigkeit innerhalb einer halben Stunde bei einer Concentration von 1:5000 noch eine sehr deutliche Reaction durch das sich bildende Amalgam zeigt; bei 1:10 000 wurde diese Reaction undeutlich, und man geht

*) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, 1876 S. 736.

ziemlich sicher in der Annahme, dass, wenn die Kupfer-Reaction innerhalb einer halben Stunde deutlich eintritt, mindestens 1 : 5000 Sublimat sich in Lösung befindet. Ein Beispiel möge zur Illustration dieser Verhältnisse dienen. Drei Flüssigkeiten, nämlich Wasser aus der Panke (in seiner Beschaffenheit einem ziemlich stark verunreinigten Rinnsteinwasser vergleichbar), Kielwasser aus einem Schiffe und faulendes Blut, wurden so lange mit Sublimatlösung versetzt, bis die Kupfer-Reaction eintrat. Das Pankewasser erforderte hierzu 1 : 2000, das Kielwasser 1 : 1000, das faulende Blut 1 : 400 Sublimat. In allen drei Flüssigkeiten war, sobald die erwähnte Reaction eintrat, jeder Geruch nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak vollständig geschwunden, es bildete sich ein mehr oder weniger reichlicher Niederschlag, über welchem eine schwach getrübe Flüssigkeit stand. Innerhalb der nächsten vierzehn Tage (so lange wurde die Beobachtung fortgesetzt) blieben die Flüssigkeiten unverändert, und von Zeit zu Zeit aus denselben entnommene Proben vom Niederschlage oder der Flüssigkeit enthielten, wie die Aussaat auf Nährgelatine bewies, keine entwicklungsfähigen Organismen.

Der Umstand, dass bei der Anwendung des Sublimats zur Desinfection von Flüssigkeiten immer mehr oder weniger Niederschläge sich bilden werden, die bei wiederholter Desinfection sich anhäufen und schliesslich doch wegen ihres Quecksilbergehaltes zu bedenklichen Zuständen Veranlassung geben müssen, darf niemals ausser Acht gelassen werden. Aus diesem Grunde eignet sich die Sublimatdesinfection nicht für einen fortlaufenden Desinfectionsbedarf, welcher häufige Wiederholungen in der Anwendung des Desinfectionsmittels erfordert. Dagegen ist dieselbe ganz am Platze, wenn eine einmalige aber absolut sicher wirkende Desinfection verlangt wird und andere Desinfectionsverfahren nicht anwendbar sind, wie beispielsweise die schon erwähnte Desinfection des Kielwassers oder diejenige von Viehtransportwagen.

Ebenso wie es unzweifelhaft von Vortheil sein wird, die bacterientödtende Eigenschaft der Quecksilberverbindungen in geeigneten Fällen nutzbar zu machen, so wird sich auch die entwicklungshemmende, d. h. die antiseptische Wirkung derselben verwerthen lassen.

Die Desinfection wird dabei allerdings ziemlich leer ausgehen, weil es sich kaum ermöglichen lassen wird, in diesem Falle die giftigen Eigenschaften der Desinfectionsmittel nicht zur Geltung kommen zu lassen. Um so mehr wird die Therapie von den ganz bedeutenden entwicklungshemmenden Wirkungen der Quecksilberverbindungen überall da Nutzen ziehen können, wo Mikroorganismen im oder am lebenden Körper zu bekämpfen sind. Da die Desinfection wie gesagt nach dieser Richtung hin sich wenig oder gar nicht betheiligt, so würden die weiteren Untersuchungen über die antiseptischen Eigenschaften des Sublimats nicht mehr hierher gehören. Aber wegen des allgemeinen Interesses, welches dieser Gegenstand beansprucht, mögen dieselben hier noch mit wenigen Worten zur Besprechung gelangen.

Zuerst wurde ein Versuch mit einer 1 pCt. starken Sublimatlösung gemacht. Zu 10 ccm Fleischextract-Peptonlösung wurde einmal 0,06, ein anderes mal 0,03 der Sublimatlösung hinzugesetzt; nach diesem Zusatz kamen Milzbrandsporen nicht mehr in der Nährlösung zur Entwicklung. Danach gelangte eine 1 ‰ Sublimatlösung zur Anwendung, von welcher 0,35, 0,25, 0,12, 0,06, 0,045, 0,03 den einzelnen Gefässen, welche 10 ccm der Nährlösung enthielten, zugesetzt wurde. Auch in diesem Versuche wuchsen die Milzbrandsporen noch nicht. Es wurden nun von derselben Sublimatlösung zu je 10 ccm Nährlösung 0,06, 0,03, 0,015, 0,01, 0,008, 0,006 gesetzt. In den beiden ersten Gefässen mit 0,06 und 0,03 Sublimatlösung kamen die Milzbrandsporen gar nicht zur Entwicklung; in den beiden folgenden mit 0,015 und 0,01 sehr schwach und in den beiden letzten mit 0,008 und 0,006 fand noch eine merkliche Behinderung der Entwicklung statt, so dass namentlich im letzten Gefäss die Milzbrandvegetation am dritten Versuchstage noch nicht halb so stark war, als diejenige im Controlgefäss. Nehmen wir mit dem Zusatz von 0,006 ccm einer 1 ‰ Sublimatlösung auf 10 ccm Nährlösung die Grenze der Entwicklungsbehinderung und mit dem Zusatz von 0,03 diejenige der vollständigen Aufhebung des Milzbrandbacillen-Wachstums an, dann berechnen sich die Grenzwerte für Entwicklungsbehinderung mit 1 : 1 600 000 und für

Aufhebung des Wachstums mit 1 : 330 000, Zahlen, die von keinem anderen Mittel erreicht werden.

Es lag ausserordentlich nahe, auf Grund dieses Resultates einen Versuch zu machen, inwiefern es ausführbar sei, das Wachstum der Milzbrandbacillen im Blute des lebenden Thieres zu behindern oder ganz aufzuhalten. Es sollte dies eigentlich nicht ein therapeutischer Versuch sein, sondern es bestand vielmehr die Absicht, solche Verhältnisse im Thierkörper herbeizuführen, die ein abgeschwächtes Wachstum der Milzbrandbacillen im Thierkörper bewirkten und in Folge dessen ein Ueberstehen der Krankheit auch bei solchen Thieren ermöglichten, die gewöhnlich ausnahmslos durch dieselbe getödtet werden. Es hätte sich auf diese Weise neues Material für die Lösung der Frage über die Milzbrand-Immunität gewinnen lassen.

Ehe ich die Beschreibung der betreffenden Versuche folgen lasse, habe ich aus einer kürzlich erschienenen Arbeit von Schlesinger^{*)} anzuführen, dass Kaninchen und Hunde täglich fortgesetzte subcutane Injectionen von Sublimat und zwar 1 ccm einer $\frac{1}{2}\%$ starken Lösung sehr gut vertrugen. Einer von Schlesinger's Versuchshunden erhielt über 4 Monate lang täglich 10 ccm, ein anderer steigend 4 ccm bis schliesslich 20 ccm durch 5 Monate ohne jeden Nachtheil.

Erster Versuch: Ein Meerschweinchen, 615 g schwer, erhielt eine Injection von 0,3 ccm einer 1% Sublimatlösung unter die Rückenhaut.

Am folgenden Tage wurde ebensoviel injicirt.

Am dritten Tage Morgens 0,5 ccm injicirt.

Das Thier befand sich Nachmittags munter, und es wurden ihm unmittelbar hinter dem Ohr in eine kleine Hauttasche zwei Seidenfäden mit Milzbrandsporen gebracht.

Am vierten Tage Morgens wieder eine Injection von 0,5 ccm.

Nachmittags ist das Thier todt. Es wurde sofort secirt. Die Umgebung der kleinen Hautwunde war stark geröthet und geschwollen, die benachbarten Lymphdrüsen vergrössert und voll Milzbrandbacillen. Auch die Milz war bedeutend vergrössert, schwarzroth; sie enthielt zahllose Milzbrandbacillen, welche ausserdem in der Lunge und im Herzblut ausserordentlich reichlich vorhanden waren. Das Thier war also trotz der Sublimatzufuhr an Milzbrand gestorben und den Verlauf der Krankheit, sowie die Beschaffenheit und Zahl der Milzbrandbacillen liessen nicht die geringste Abschwächung in dem Krankheitsprocess oder in dem Wachstum der Bacillen erkennen.

Was die Menge des in diesem Versuch dem Thiere einverleibten Sublimats betrifft, so kommt es ganz darauf an, ob dieselbe im Verhältniss zur Menge des Blutes oder im Verhältniss zum Gesamtgewicht des Körpers berechnet werden soll.

In dem letzten Versuch über die durch Sublimat bewirkte Entwicklungshemmung hatten 0,06 ccm einer 1% Sublimatlösung noch eine erhebliche Behinderung des Wachstums in 10 ccm der Nährlösung erzielt und 0,03 ccm hatten dasselbe in einer gleich grossen Menge Nährlösung vollständig aufgehoben. Also würden 0,5 ccm derselben Sublimatlösung (soviel, wie dem Meerschweinchen injicirt wurde) die Entwicklung der Milzbrandbacillen in 833 ccm Nährlösung noch behindern und in 167 ccm aufheben. Wenn der Thierkörper in seiner Gesamtheit als Nährsubstrat betrachtet und angenommen wird, dass das eingeführte Sublimat sich gleichmässig in demselben, also auf 615 g vertheilte, dann hätte unter allen Umständen die Entwicklung der Milzbrandbacillen in abgeschwächtem Masse vor sich gehen müssen. Will man aber annehmen, dass das Sublimat hauptsächlich noch im Blutstrom sich befand, dann hätten überhaupt keine Milzbrandbacillen in demselben entstehen können. Weder das eine noch das andere ist eingetreten und man muss also annehmen, dass entweder das Sublimat im Körper sich nicht gleichmässig vertheilt oder dass es zu schnell wieder ausgeschieden wird, um lange genug in der erforderlichen Concentration zu bleiben,

^{*)} Archiv für experimentelle Pathologie, Bd. 13 Heft 5.

oder auch, dass es im Thierkörper Verwandlungen erleidet, die seine antiseptische Wirkung hindern oder aufheben.

Zweiter Versuch: Derselbe sollte, um das Resultat des ersten ganz sicher zu stellen, in derselben Weise, aber gleichzeitig an mehreren Thieren zur Ausführung kommen. Die Verhältnisse dieses Versuches lassen sich am besten in einer tabellarischen Zusammenstellung übersehen.

Versuchstage	Meerschweinchen A. (Gewicht 702 g)	Meerschweinchen B. (Gewicht 615 g)	Meerschweinchen C. (Gewicht 710 g)	
I.	Injection von 0,5 g	Injection von 0,5 g	Injection von 0,5 g	
II.	desgl.	desgl.	desgl.	
III.	desgl.	desgl.	desgl.	
IV.	desgl. (geimpft mit Milzbrandsporen)	desgl. (geimpft mit Milzbrandsporen)	desgl.	Am 4. Tage wurde zur Controle mit demselben Material wie Meerschweinchen A. und B. eine Maus geimpft, welche am folgenden Tage an Milzbrand starb.
V.	Injection von 0,5 g	Injection von 0,5 g	desgl.	
VI.	In der Nacht vom 5. zum 6. Tage gestorben	In der Nacht vom 5. zum 6. Tage gestorben	Injection von 1,0 g (geimpft mit der Milz vom Meerschweinchen A)	
VII.			Injection von 2,0 g (Impfstelle geröthet und etwas geschwollen)	
VIII.			In der Nacht vom 7. zum 8. Tage gestorben	

Zur Injection war ebenso wie in dem ersten Versuch eine 1‰ Sublimatlösung genommen. Absichtlich wurde bei den Thieren A und B die Impfung erst am 4. Tage vorgenommen, um noch mehr Sicherheit dafür zu haben, dass eine hinreichende Resorption und Vertheilung des Sublimats eingetreten sei. Beide Thiere starben nichtsdestoweniger, wie der Sectionsbefund ergab, der ganz genau mit dem im ersten Versuch ausführlicher beschriebenen übereinstimmte, an Milzbrand. Dass die Sublimatinjection auf den tödtlichen Ausgang keinen Einfluss hatte, geht daraus hervor, dass eine zur Controle mit demselben Material geimpfte Maus an Milzbrand starb und dass das Meerschweinchen C, welches nur Sublimatinjectionen erhalten hatte, bis zum 6. Tage ganz gesund war.

Um nun zu erfahren, ob etwa höhere Dosen Sublimat im Stande seien, ein mit Milzbrand geimpftes Thier am Leben zu erhalten, wurde dem Meerschweinchen C am 6. Tage Morgens 1 g der Lösung eingespritzt und Nachmittags dasselbe mit der von der Section des Thieres A kalt aufbewahrten Milz am Grunde des Ohres geimpft. Am 7. Tage war die Impfstelle geröthet und etwas geschwollen. Das Meerschweinchen erhielt nun, und zwar am Morgen dieses Tages, 2 g Sublimatlösung. Diese Menge würde nach den früher gemachten Erfahrungen und aufgestellten Berechnungen ausreichen, um in einer dem gesammten Körper des Versuchstieres an Gewicht gleichen Nährlösung das Wachsthum der Milzbrandbacillen ganz unmöglich zu machen. Trotzdem war das Thier in der folgenden Nacht gestorben und die Section zeigte, dass auch in diesem Falle die Milzbrandbacillen in Milz, Lunge

und Herzblut ebenso massenhaft vorhanden waren, wie bei den früher mit Milzbrand geimpften Meerschweinchen.

Ich halte diese Untersuchung damit noch lange nicht für abgeschlossen und gebe wegen der erhaltenen negativen Resultate die Meinung noch nicht auf, dass es möglich ist, unter irgend welchen Verhältnissen in einem mit Milzbrand geimpften Thiere durch den Einfluss antiseptischer Mittel ein abgeschwächtes Wachsthum der Milzbrandbacillen zu erreichen oder dasselbe auch ganz zu unterdrücken. Aber eine weitere Verfolgung dieser höchst interessanten Verhältnisse hätte mich zu weit von den mich zur Zeit beschäftigenden Arbeiten abgelenkt und ich muss mir dieselbe für eine spätere Zeit vorbehalten.

Die vorstehende Arbeit möchte ich nicht beschliessen, ohne nochmals zu betonen, dass dieselbe keine alle Fragen erschöpfende sein, sondern nur eine vorläufige Orientirung über den Werth der bekannteren Desinfectionsmittel bezwecken sollte. Diese Aufgabe scheint mir trotz der vielen Lücken, welche vorläufig bleiben mussten, durch dieselbe auch insofern erfüllt zu sein, als manche Irrthümer, die wegen Mangel an zuverlässigen Methoden zur Bestimmung des Desinfectionswerthes sich eingebürgert hatten, aufgedeckt und manche Andeutungen gewonnen sind, wo und wie ein Ersatz für die als unzuverlässig erkannten Desinfectionsmittel zu suchen ist.

Berlin, im April 1881.
